



MODUL AJAR PROJEK IPAS

Mengatasi Masalah Lingkungan Melalui Proyek IPAS

A. INFORMASI UMUM

Identitas Modul

Penulis	: Arip Gunawan, S.Pd., Gr.
Penelaah	: Dr. Dedy Miswar, S.Si., M.Pd. Dr. Novia Fitri Istiawati., M.Pd.
Jenjang Pendidikan	: Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)
Kelas/ Semester	: X (Sepuluh)/ Ganjil
Mata Pelajaran	: Proyek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS)
Alokasi Waktu	: 240 Menit
Elemen	: Menjelaskan fenomena secara ilmiah
Capaian Pembelajaran	: Peserta didik mampu memahami pengetahuan ilmiah dan menerapkannya atau membuat prediksi sederhana disertai dengan pembuktian 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 antarruang dan antarwaktu, interaksi, komunikasi, sosialisasi, institusi sosial dan dinamika sosial, serta perilaku ekonomi dan kesejahteraan dan mengaitkan fenomena-fenomena tersebut dengan keterampilan teknis pada bidang keahliannya.

Sarana & Prasarana

Sarana & Prasarana yang dibutuhkan pada saat belajar dengan modul ini antara lain:

- ✓ Laptop/ Handphone
- ✓ Internet
- ✓ LKPD
- ✓ Alat tulis

Target Peserta Didik

- ✓ Peserta didik reguler/tipikal: 75%
- ✓ Peserta didik dengan kesulitan belajar: 15%
- ✓ Peserta didik dengan pencapaian tinggi: 10%

Model Pembelajaran

Model Pembelajaran yang di gunakan pada modul ini adalah pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Based Learning (PBL)*. Model *PBL* digunakan untuk mendorong peserta didik aktif memecahkan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sambil mengintegrasikan prinsip *Education for Sustainable Development (ESD)*, sehingga siswa tidak hanya mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi, tetapi juga memiliki kesadaran dan tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi.

B. KOMPETENSI INTI

Tujuan Pembelajaran

- ✓ Menganalisis fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar terkait limbah organik pada aspek makhluk hidup dan lingkungannya.
- ✓ Peserta didik menentukan upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut di tingkat lokal dalam perspektif global.

Pemahaman Bermakna

- ✓ Setelah mengikuti pembelajaran peserta didik diharapkan dapat mengatasi dampak perubahan lingkungan yang terjadi dalam lingkungan.

Pertanyaan Pemantik

- ✓ Apakah kamu suka lingkungan yang bersih?
- ✓ Apa yang kamu rasakan atau kamu dapatkan dari hasil pengamatan tentang fenomena alam yang ada dalam modul ajar?
- ✓ Apa harapanmu saat kamu mempelajari dampak perubahan lingkungan dan upaya mengatasinya?
- ✓ Bagaimana dampak perubahan lingkungan yang kamu ketahui?
- ✓ Upaya apa yang dapat kamu atasi?
- ✓ Bagaimana upaya mengatasi dampak perubahan demi menjaga keseimbangan lingkungan?

Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1: Pendahuluan

- ✓ Guru membuka kegiatan dengan menayangkan video/foto tentang kerusakan lingkungan di sekitar sekolah (misalnya pencemaran sungai, penambangan liar, atau sampah plastik).
- ✓ Siswa diajak melakukan brainstorming terkait permasalahan lingkungan yang ada di sekitar mereka.
- ✓ Guru mengajukan pertanyaan pemantik:

- ✓ Bagaimana makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya?
- ✓ Apa dampak yang muncul jika interaksi tersebut terganggu?
- ✓ Bagaimana cara kita menjaga keseimbangan lingkungan agar berkelanjutan?

Aktivitas 2: Kegiatan Inti (*Eksplorasi & Kolaborasi*)

a) Identifikasi Masalah (*Problem Orientation*)

- ✓ Siswa mengamati kondisi lingkungan sekolah/sekitarnya (misalnya keberadaan sampah, kualitas air, keanekaragaman tumbuhan, atau hewan di sekitar).
- ✓ Mereka mencatat permasalahan lingkungan yang ditemukan.

b) Pengumpulan Data (*Problem Analysis & Investigation*) Siswa bekerja dalam kelompok melakukan pengamatan lapangan, wawancara, atau studi literatur.

- ✓ Menghitung jumlah jenis tumbuhan atau hewan yang ada di sekitar sekolah.
- ✓ Mengukur kualitas air secara sederhana (kejernihan, bau, warna).
- ✓ Mengidentifikasi jenis sampah terbanyak di lingkungan sekolah.

c) Pengolahan Data & Analisis (*Data Processing*)

- ✓ Kelompok menganalisis hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya berdasarkan temuan.
- ✓ Siswa mendiskusikan dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem.
- ✓ Guru menekankan nilai ESD: menjaga kelestarian, berpikir kritis, dan mencari solusi berkelanjutan.

d) Merancang Solusi (*Solution Design*) Kelompok merancang proyek kecil untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

- ✓ Program pengelolaan sampah (Bank sampah sekolah).
- ✓ Pembuatan poster kampanye "Sekolah Hijau".
- ✓ Penanaman tanaman obat/TOGA di lingkungan sekolah.
- ✓ Membuat sistem pengelolaan limbah organik menjadi kompos.

e) Presentasi & Diskusi (*Solution Presentation*)

- ✓ Kelompok mempresentasikan hasil analisis dan solusi mereka di depan kelas.
- ✓ Siswa lain memberikan masukan/pertanyaan.
- ✓ Guru memberikan penguatan nilai ESD dan relevansi dengan kehidupan nyata.

Aktivitas 2: Penutup (Refleksi & Tindak Lanjut)

- ✓ Siswa menuliskan refleksi: "Apa hal baru yang saya pelajari tentang hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya dan apa yang bisa saya lakukan untuk menjaga lingkungan saya?"

- ✓ Guru menyimpulkan pembelajaran dengan menekankan pentingnya peran siswa dalam keberlanjutan lingkungan.
- ✓ Tindak lanjut: siswa bersama OSIS/ekstrakurikuler membuat kegiatan nyata seperti Hari Bebas Plastik, *Green Class Project*, atau *Adiwiyata School*.

Assesmen

- ✓ Assesmen awal pembelajaran atau Assesmen Kognitif (Terlampir)
- ✓ Asesmen selama proses pembelajaran atau Assesmen Formatif (Terlampir)
- ✓ Asesmen akhir pembelajaran atau Assesmen Sumatif (Terlampir)

Pengayaan Dan Remedial

- ✓ Pengayaan

Pengayaan Adalah Kegiatan Pembelajaran Yang Diberikan Pada Peserta Didik Dengan Capaian Tinggi Agar Mereka Dapat Mengembangkan Potensinya Secara Optimal. Siswa yang mencapai nilai diatas nilai ketuntasan diberikan materi masih dalam cakupan materi pembelajaran dengan pendalaman sebagai pengetahuan tambahan.

- ✓ Remedial

Remedial Diberikan Kepada Peserta Didik Yang Membutuhkan Bimbingan Untuk Memahami Materi Atau Pembelajaran Mengulang. Tahapan pembelajaran remedial dilaksanakan melalui remedial teaching (klasikal), atau tutor sebaya, atau tugas dan diakhiri dengan tes / non tes.

C. LAMPIRAN

Pada lampiran ini terdiri dari: (1) Materi Ajar; (2) Lembar Kerja Peserta didik (LKDP); (3); Lembar Penilaian dan Rubrik Penilaian LKPD; dan (4) Lembar Asesmen Diagnostik.

Mata Pelajaran	: Projek IPAS
Kelas / Semester	: X (Sepuluh) / Ganjil
Materi	: Mengatasi Masalah Lingkungan Melalui Projek IPAS

MASALAH PADA EKOSISTEM



Gambar penggunulan hutan

Sumber: www.greenlab.co.id

Kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering menimbulkan perubahan lingkungan. Perubahan tersebut menjadikan kerusakan lingkungan mengawatirkan. Perubahan lingkungan akibat pencemaran lingkungan saat ini sudah menjadi isu lokal, nasional, dan juga global karena sudah seringkali terjadi.

❖ Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan yang menyebabkan kerusakan lingkungan bisa terjadi karena faktor alam maupun faktor manusia.

1. Kerusakan lingkungan karena faktor manusia

- a. Manusia memiliki berbagai jenis kebutuhan, baik kebutuhan pokok atau kebutuhan lainnya. Semakin banyak jumlah manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang digali. Dalam proses pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan sumberdaya alam terdapat zat sisa yang tidak digunakan oleh manusia. Sisa-sisa tersebut dibuang karena dianggap tidak ada manfaatnya lagi. Proses pembuangan yang tidak sesuai dengan mestinya akan mencemari perairan, udara, dan daratan. Sehingga lama-kelamaan lingkungan menjadi rusak.
- b. Beberapa kegiatan manusia yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu:
 - 1) Penebangan hutan

- 2) Penambangan liar
 - 3) Pembangunan perumahan
 - 4) Penerapan intensifikasi pertanian
2. Perubahan lingkungan karena faktor alam
- a. Sadar atau tidak lingkungan yang kita tempati sebenarnya selalu berubah. Pada awal pembentukannya bumi sangat panas sehingga tidak ada satupun bentuk kehidupan yang berada di dalamnya. Namun, dalam jangka waktu yang sangat lama dan berangsur-angsur lingkungan bumi berubah menjadi lingkungan yang memungkinkan adanya bentuk kehidupan. Perubahan lingkungan itu terjadi karena adanya faktor-faktor alam. Beberapa faktor alam yang dapat mempengaruhi berubahnya kondisi lingkungan antara lain bencana alam, seperti gunung meletus, tsunami, tanah longsor, banjir, dan kebakaran hutan.

❖ **Pencemaran Lingkungan**

Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Bahan pencemar yang umumnya merusak lingkungan berupa limbah. Limbah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga) yang kehadirannya dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Berdasarkan sifatnya bahan pencemar dapat dikategorikan ke dalam dua macam, yaitu:

1. Biodegradabel
 - a. Yaitu bahan pencemar yang dapat terdegradasi atau teruraikan.
 - b. Biodegradabel adalah limbah yang dapat diuraikan atau didekomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur) ataupun yang disengaja oleh manusia.
 - c. Contohnya adalah limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting.
2. Non Biodegradabel
 - a. Bahan pencemar yang tidak dapat terdegradasi.
 - b. Non Biodegradabel adalah limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah jenis ini di alam sangat membahayakan. Untuk menanggulangi menumpuknya sampah tersebut maka diperlukan upaya untuk dapat menanggulangi hal tersebut seperti proses daur ulang menjadi produk tertentu yang bermanfaat.

- c. Contohnya adalah timbal (Pb), merkuri, dan plastik.

Berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi:

1. Pencemaran Air

- a. Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan, dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut.
- b. Penyebab pencemaran air di antaranya:
 - 1) Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut)
 - 2) Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi
 - 3) Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan
 - 4) Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan
 - 5) Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan
 - 6) Pembuangan limbah rumah sakit dan limbah peternakan ke sungai
 - 7) Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai

2. Pencemaran Udara

- a. Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan.
- b. Udara, di mana di dalamnya terkandung sejumlah oksigen, merupakan komponen esensial bagi kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan campuran dari gas, yang terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% Oksigen, 0,93% Argon, 0,03% Karbon Dioksida (CO₂), dan sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metan (CH₄), dan Hidrogen (H₂).
- c. Udara dikatakan "Normal" dan dapat mendukung kehidupan manusia apabila komposisinya seperti tersebut di atas dan seimbang. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar/terpolusi. Adapun beberapa jenis bahan yang dapat mencemari udara yakni Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon dioksida (CO₂), Ozon (O₃), Benda Partikulat (PM), Timah (Pb) dan Hydro Carbon (HC).
- d. Akibat aktivitas perubahan manusia, udara seringkali menurun kualitasnya. Perubahan kualitas ini dapat berupa perubahan sifat-sifat fisis maupun

sifat-sifat kimiawi. Perubahan kimiawi, dapat berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara, yang lazim dikenal sebagai pencemaran udara.

- e. Pencemaran udara dapat diklasifikasikan kedalam 2 macam, yaitu:
 - 1) Pencemar Primer: Pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara, di antaranya kendaraan bermotor dan aktivitas mesin pembakaran pada pabrik- pabrik penghasil sulfur monoksida dan karbon monoksida akibat dari proses pembakaran yang tidak lengkap.
 - 2) Pencemar Sekunder: Pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Contohnya gabungan sulfur dioksida, sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfuric. Tindak balas antara pencemar primer dengan gas terampai di atmosfer akan menghasilkan peroksid asetil nitrat (PAN). Contohnya Sulfur dioksida, Sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfurik.

Pencemaran udara dapat diklasifikasikan kedalam 2 macam, yaitu:
- f. Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara diantaranya berikut ini:
 - 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
 - 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarkan partikel-partikel debu ke udara. Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara. Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
 - 3) Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, dan AC mobil.

3. Pencemaran Tanah

- a. Pencemaran darat atau tanah adalah semua keadaan di mana polutan masuk ke dalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut. Di mana polutan bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik berupa zat kimia, debu, panas, suara, radiasi, dan mikroorganisme.
- b. Menurut sumbernya, penyebab pencemaran tanah dibagi menjadi 3 golongan yaitu:
 - 1) Limbah Domestik: Limbah jenis ini berasal dari pemukiman penduduk, perdagangan/ pasar/ tempat usaha hotel dan lain-lain. Kebanyakan limbah domestik merupakan sampah basah atau organik yang mudah diurai.

- 2) Limbah Industri: Limbah padat hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, dan ikan daging.
- 3) Limbah Pertanian: Seperti pestisida atau DDT (Dikloro Difenil Trikloroetana) yang sering digunakan oleh petani untuk memberantas hama tanaman juga dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan organisme lainnya.

❖ Jenis Limbah

Berdasarkan sifatnya limbah digolongkan menjadi 5, yaitu:

1. Limbah cair: Limbah cair mengacu pada semua lemak, minyak, lumpur, air pencuci, limbah deterjen, dan air kotor yang telah dibuang. Mereka berbahaya dan beracun bagi lingkungan kita, limbah cair tersebut ditemukan pada industri maupun rumah tangga. Air limbah, demikian sering disebut adalah segala limbah yang ada dalam bentuk cair.
2. Limbah padat: Limbah padat adalah semua sisa sampah padat, lumpur, dan yang ditemukan di rumah tangga, lokasi industri, dan komersial. Empat jenis utama sampah padat adalah:
 - a. Kaca dan Keramik, adalah bahan kaca dan keramik yang diproduksi oleh perusahaan untuk kebutuhan sehari-hari. Cara mengelolanya yang benar adalah harus membuangnya dengan benar supaya bisa di daur ulang.
 - b. Sampah plastik, adalah segala wadah, botol, dan tas yang ditemukan di perusahaan dan rumah. Plastik tidak dapat terurai secara hayati dan sebagian besar tidak dapat didaur ulang. Jangan mencampur sampah plastik dengan sampah biasa serta yang paling untuk menanggulangnya adalah dengan mengurangi penggunaannya.
 - c. Sampah kertas, adalah limbah dari semua surat kabar, bahan kemasan, kardus, dan produk kertas lainnya. Kertas dapat didaur ulang. Penting untuk bisa memisahkan dari sampah kotor lainnya yang bisa membuatnya rusak.
 - d. Logam dan Kaleng, mudah ditemukan di sekitar kita karena kaleng dan logam di rumah dipakai untuk wadah makanan dan bahan rumah tangga dibuat dari keduanya. Sebagian besar logam dapat didaur ulang, jadi bisa memisahkannya dari sampah lain dan membawanya ke tempat daur ulang.
3. Limbah organik: Sampah organik mengacu pada limbah daging, kebun, dan makanan busuk. Jenis sampah ini banyak ditemukan di rumah-rumah. Seiring waktu, mereka terurai dan berubah menjadi kotoran oleh mikroorganisme.
4. Limbah daur ulang: Semua barang yang dibuang seperti logam, furnitur, sampah organik yang dapat didaur ulang termasuk dalam kategori ini.

5. Limbah berbahaya: Limbah berbahaya mencakup bahan yang mudah terbakar, korosif, beracun, dan reaktif. Singkatnya, mereka adalah limbah yang menimbulkan ancaman signifikan atau potensial bagi lingkungan kita. Jenis limbah berbahaya khusus meliputi:
- a. E-waste, adalah limbah dari peralatan listrik dan elektronik seperti komputer, telepon, dan peralatan rumah tangga. Limbah elektronik umumnya digolongkan berbahaya karena mengandung komponen beracun, misalnya PCB dan berbagai logam.
 - b. Limbah Medis, berasal dari sistem perawatan kesehatan manusia dan hewan dan biasanya terdiri dari obat-obatan, bahan kimia, farmasi, perban, peralatan medis bekas, cairan tubuh, dan bagian-bagian tubuh. Limbah medis dapat menular, beracun atau radioaktif dan mengandung bakteri serta mikroorganisme berbahaya (termasuk yang kebal obat).
 - c. Limbah Radioaktif, mengandung bahan radioaktif. Pengelolaan limbah radioaktif berbeda secara signifikan dari limbah lainnya.

UPAYA MENGATASI MASALAH LINGKUNGAN



Pemanas air tenaga surya
Sumber: www.rheem.id



Pembangkit listrik tenaga angin
Sumber: <https://ee.itk.ac.id>

Dalam etika lingkungan, pelestarian lingkungan dilakukan agar tercipta keseimbangan antara perkembangan peradaban manusia dengan pemeliharaan lingkungan. Usaha tersebut dilakukan dengan konservasi, pengolahan dan daur ulang limbah, serta penggunaan bahan kimia berbahaya sesuai dosis dan peruntukannya. Konservasi adalah usaha untuk melindungi, mengatur, dan memperbaharui sumber daya alam. Beberapa contoh konservasi lingkungan antara lain: (1) Konservasi sumber daya alam hayati: perlindungan tempat hidup satwa melalui taman nasional; (2) Konservasi tanah: reboisasi, pembuatan sengkedan, dan rotasi tanaman; (3) Konservasi hutan: peraturan penebangan hutan; (4) Konservasi air: pembuatan waduk; (5) Konservasi energi: pemanfaatan sumber energi alternatif.

Selama itu aktivitas manusia telah menimbulkan banyak kerusakan dan pencemaran lingkungan. Bahkan para ahli ekologi memperkirakan bahwa kita akan makin banyak membuat kerusakan dan pencemaran lingkungan yang tidak dapat diperbaiki. Pada dasarnya terdapat tiga cara yang dapat dilakukan manusia untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran serta untuk melestarikan lingkungan, yaitu secara administratif, secara teknologis, dan secara edukatif/pendidikan.

1. Penanggulangan secara Administratif: Penanggulangan secara administratif terhadap pencemaran lingkungan merupakan tugas pemerintah, yaitu dengan membuat peraturan-peraturan atau undang-undang. Beberapa peraturan yang telah dikeluarkan, antara lain sebagai berikut:
 - a. Pabrik tidak boleh menghasilkan produk (barang) yang dapat mencemari lingkungan. Misalnya, pabrik pembuat lemari es, AC dan sprayer tidak boleh menghasilkan produk yang menggunakan gas CFC sehingga dapat menyebabkan penipisan dan berlubangnya lapisan ozon di stratofer.
 - b. Industri harus memiliki unit-unit pengolahan limbah (padat, cair, dan gas) sehingga limbah yang dibuang ke lingkungan sudah terbebas dari zat-zat yang membahayakan lingkungan.
 - c. Pembuangan sampah dari pabrik harus dilakukan ke tempat tertentu yang jauh dari pemukiman.
 - d. Sebelum dilakukan pembangunan pabrik atau proyek-proyek industri, Pemerintah mengeluarkan buku mutu lingkungan, artinya standar untuk menentukan mutu suatu lingkungan. Untuk lingkungan air ditentukan baku mutu air, sedangkan untuk lingkungan udara ditentukan baku mutu udara. Dalam buku mutua air, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar logam berat, misalnya fosfor dan merkuri. Di dalam buku mutu udara, antara lain tercantum batasan kadar bahan pencemar, misalnya gas CO₂ dan CO. Pemerintah akan memberikan sanksi kepada pabrik yang menghasilkan limbah yang melebihi standar baku mutu.
2. Penanggulangan secara Teknologis: Penanggulangan pencemaran lingkungan secara teknologis, misalnya menggunakan peralatan untuk mengolah sampah atau limbah. Di Surabaya terdapat suatu tempat pembakaran akhir sampah dengan suhu yang sangat tinggi sehingga tidak membuang asap. Tempat tersebut dinamakan insenerator.
3. Penanggulangan secara Edukatif: Penangkalan pencemaran secara edukatif dilakukan melalui jalur pendidikan baik formal maupun nonformal. Melalui pendidikan formal, di sekolah dimasukkan pengetahuan tentang lingkungan hidup tentang lingkungan hidup kedalam mata pelajaran yang terkait, misalnya IPA dan Pendidikan Agama. Melalui jalur pelestarian lingkungan dan pencegahan serta penanggulangan pencemaran lingkungan.

❖ **Pemanfaatan Limbah**

1. Pemanfaatan limbah organik: Limbah organik merupakan sisa bahan hidup seperti sampah daun, kertas, kulit, dan kotoran hewan. Karena tersusun atas bahan-bahan organik limbah jenis ini dapat mudah diuraikan oleh organisme pengurai. Meskipun begitu, sebenarnya limbah organik masih dapat dimanfaatkan kembali (reuse) baik dengan cara didaur ulang (recycle) maupun tanpa didaur ulang.
 - a. Dengan daur ulang: Limbah-limbah organik tertentu, seperti sampah sayuran, sampah daun atau sampah ranting dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang, misalnya menjadi pupuk kompos. Selain itu, kertas bekas juga dapat didaur ulang menjadi kertas pembungkus, kertas tisu, kertas koran, dan kertas tulis.
 - b. Tanpa daur ulang: Tidak semua limbah organik padat harus didaur ulang terlebih dahulu sebelum dapat digunakan kembali. Beberapa limbah pada tersebut antara lain:
 - 1) Ban karet bekas dapat dijadikan tempat sampah, ember, sandal, meja, atau kursi.
 - 2) Serbuk gergaji kayu dapat digunakan sebagai media tanam jamur.
 - 3) Kulit jagung dapat dijadikan bunga hiasan.
2. Pemanfaatan limbah anorganik: Limbah anorganik merupakan limbah yang berasal dari bahan-bahan tak hidup atau bahan sintetis seperti minyak bumi, sisa-sisa bahan kimia, kaleng aluminium, kaca, dan besi. Sama halnya seperti limbah organik, pada limbah anorganik pun dapat dimanfaatkan kembali dengan cara didaur ulang atau tanpa didaur ulang.
 - a. Dengan daur ulang: Beberapa limbah anorganik seperti kaleng, aluminium, baja, pecahan botol, toples, kaca, serta botol gelas dapat dilebur dan diolah kembali.
 - b. Tanpa daur ulang: Beberapa limbah anorganik dapat dimanfaatkan kembali tanpa melalui proses daur ulang, yaitu dengan dijadikan barang-barang yang terkadang memiliki harga jual tinggi. Contohnya botol dan gelas plastik bekas kemasan air mineral dijadikan mainan anak-anak, pot tanaman, atau hiasan. Begitupun dengan pecahan kaca yang dapat dijadikan hiasan dinding atau lukisan.

Untuk limbah dari bahan berbahaya dan beracun atau yang disingkat dengan B3, sebagai sisa atau limbah yang dihasilkan dari proses produksi dengan kandungan bahan berbahaya dan beracun karena memiliki jumlah dan konsentrasi toxicity, reactivity, flammability, dan corrosivity yang mampu mencemari dan merusak

lingkungan, serta membahayakan kesehatan manusia. Karena keberadaannya yang mengancam ekosistem di sekitarnya, limbah B3 harus ditangani dengan tepat agar tidak merusak dan membahayakan.

Kurang tepat jika beranggapan limbah B3 dapat ditimbun, dibuang, atau dibakar begitu saja. Pengelolaan limbah B3 membutuhkan penanganan khusus dibandingkan limbah yang lain agar bisa mengurangi bahkan menghilangkan kadar racun di dalamnya. Adapun metode pengelolaan limbah B3 yang umum digunakan dan terbukti efektif dalam mencegah resiko terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Metode pengelolaanya dilakukan dengan:

1. Pengelolaan Limbah B3 secara fisik
 - a. Secara fisik, limbah B3 dapat diolah menggunakan 3 metode yang berbeda. Sesuaikan dengan karakteristik limbah dan lingkungan Anda dalam memilih metode yang digunakan untuk pengelolaan limbah B3.
 - b. Menyisihkan komponen, meliputi stripping, dialisa, adsorpsi, electrodialisa, kristalisasi, leaching, solvent extraction, dan reverse osmosis.
 - c. Memisahkan antara padatan dengan cairan, meliputi thickening, sedimentasi, floatasi, filtrasi, koagulasi, sentrifugasi, dan klarifikasi.
 - d. Membersihkan gas, meliputi wet scrubbing, elektrostatik presipitator, adsorpsi karbon aktif, dan penyaringan partikel.
2. Pengelolaan Limbah B3 secara kimia
 - a. Melalui metode kimia, akan terjadi beberapa proses seperti stabilisasi atau solidifikasi, reduksi-oksidasi, absorpsi, prolisa, penukaran ion, pengendapan, elektrolisis, dan netralisasi.
 - b. Secara keseluruhan, pengelolaan limbah B3 secara fisik dan kimia yang paling umum digunakan adalah stabilisasi atau solidifikasi. Sebuah proses yang memungkinkan terjadinya perubahan sifat kimia dan bentuk fisik melalui tambahan senyawa pereaksi atau bahan peningkat tertentu yang bisa digunakan untuk membatasi dan memperkecil pelarutan, penyebaran kadar atau daya racun limbah.
 - c. Proses ini biasanya ditemukan pada bahan seperti termoplastik, kapur (CaOH_2), serta semen.
3. Pengelolaan Limbah B3 secara biologi

Pengelolaan limbah B3 secara biologi paling dikenal dengan sebutan viktoremediasi serta bioremediasi. Viktoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan dalam proses akumulasi serta absorpsi berbagai bahan beracun dan berbahaya dari tanah. Sementara bioremediasi ialah penggunaan jenis

mikroorganisme dan bakteri sebagai bahan untuk mengurai atau mendegradasi limbah B3. Kedua proses tersebut tak kalah efektif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan oleh limbah B3. Apalagi biaya yang dibutuhkan lebih terjangkau jika dibandingkan dengan metode fisik dan kimia, meski secara praktis metode biologi juga memiliki kelemahan akibat prosedur alaminya. Jika dipakai untuk pengelolaan limbah B3 dalam jumlah besar, waktu yang dibutuhkan lebih lama. Serta penggunaan makhluk hidup di dalam proses biologi juga beresiko membawa berbagai senyawa beracun yang dibawa ke dalam rantai makanan ekosistem.

❖ Etika Lingkungan

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang diberi kelebihan berupa derajat, kecerdasan, budaya, dan keyakinan terhadap penciptanya. Seiring dengan perkembangan teknologi memang telah berhasil membawa manusia untuk menaklukkan dan merajai bumi. Bila manusia mempunyai pandangan seperti kalimat di atas, akan terjadilah pengeksploitasian sumber daya alam baik hayati maupun non-hayati. Hal ini menandakan manusia bukan merupakan bagian dari lingkungan dan hal ini akan menyebabkan bencana dari alam itu sendiri. Oleh karena itu, supaya tidak terjadi bencana alam diterapkan etika lingkungan, di mana manusia mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melestarikan keseimbangan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKP)

Informasi Umum

Mata Pelajaran	: Projek IPAS (Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial)
Kelas / Semester	: X (Sepuluh) / Ganjil
Tema	: Makhluk Hidup dan Lingkungannya
Model	: Problem Based Learning (PBL)
Pendekatan	: Education for Sustainable Development (ESD)

Identitas LKPD

Nama Kelompok	: 1. _____
	2. _____
	3. _____
	4. _____
	5. _____
	6. _____
	7. _____
	8. _____
	9. _____
	10. _____
Kelas	:
Tanggal	:

Tujuan Pembelajaran

- ✓ Menganalisis fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar terkait limbah organik pada aspek makhluk hidup dan lingkungannya.
- ✓ Peserta didik menentukan upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut di tingkat lokal dalam perspektif global.

Masalah Kontekstual

Perhatikan kondisi lingkungan di sekitar sekolah Anda.

- ✓ Apakah terdapat masalah seperti sampah plastik, air tercemar, atau berkurangnya area hijau?
- ✓ Bagaimana hal tersebut memengaruhi makhluk hidup dan keseimbangan lingkungan?
- ✓ Apa yang dapat Anda lakukan untuk memperbaiki atau mencegah masalah tersebut?

Langkah Kerja

1. Identifikasi Masalah

Amati lingkungan sekitar sekolah (halaman, kantin, taman, saluran air). Catat masalah yang ditemukan. Tuliskan minimal 3 pertanyaan yang muncul dari masalah tersebut.

No	Masalah Lingkungan yang Ditemukan	Pertanyaan yang Muncul
1		
2		
3		

2. Pengumpulan Data / Informasi

Lakukan observasi langsung, wawancara singkat (guru/kantin/teman), atau cari informasi dari literatur. Catat data yang diperoleh.

Jenis Data	Sumber Data	Hasil Temuan

3. Analisis Masalah

Diskusikan bersama kelompok tentang penyebab masalah. Jelaskan dampaknya terhadap makhluk hidup dan lingkungan.

Pertanyaan Panduan Analisis:

- a) Apa penyebab utama masalah tersebut?
- b) Makhluk hidup apa saja yang terdampak?
- c) Apa dampak jangka panjang jika masalah tidak diselesaikan?

4. Merancang Solusi

Buat ide solusi yang ramah lingkungan (sesuai prinsip ESD).

Rancang langkah nyata yang bisa dilakukan di sekolah.

Masalah	Ide Solusi	Langkah Nyata	Keberlanjutan (ESD)

5. Presentasi & Refleksi

Presentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas. Jawablah refleksi berikut secara individu:

- a) Apa hal baru yang saya pelajari dari kegiatan ini?
- b) Bagaimana peran saya dalam menjaga lingkungan sekolah?
- c) Apa komitmen pribadi saya untuk keberlanjutan lingkungan?

LEMBAR PENILAIAN DAN RUBRIK PENILAIAN LKPD

Lembar Penilaian Guru

Nama Kelompok	:	
Kelas	:	
Tanggal	:	

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor (1–4)	Catatan Guru
1	Keaktifan Diskusi	Partisipasi dalam kelompok, mengajukan ide, mendukung teman		
2	Identifikasi Masalah	Kemampuan menemukan masalah lingkungan yang relevan dan jelas		
3	Analisis & Pemahaman	Kemampuan menganalisis dampak masalah secara logis sesuai konsep IPAS & ESD		
4	Solusi Kreatif & ESD	Ide solusi kreatif, realistis, dan berorientasi pada keberlanjutan		
5	Presentasi & Produk	Hasil karya/penyajian kelompok (terstruktur, jelas, menarik, media pendukung)		
6	Sikap Peduli Lingkungan	Tanggung jawab, komitmen, dan perilaku nyata dalam menjaga lingkungan		

Rubrik Penilaian

Aspek Penilaian	Indikator	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Keaktifan Diskusi	Partisipasi siswa dalam kelompok	Sangat aktif, selalu berkontribusi, mengajukan ide, mendukung teman	Aktif, sering berkontribusi, sesekali memberi ide	Kadang aktif, kontribusi terbatas	Pasif, tidak berkontribusi
Identifikasi Masalah	Kemampuan menemukan masalah lingkungan	Masalah yang ditemukan relevan, jelas, dan mendalam	Masalah relevan namun kurang mendalam	Masalah kurang relevan atau belum jelas	Tidak mampu menemukan masalah
Analisis & Pemahaman	Kemampuan menganalisis dampak masalah	Analisis sangat logis, mendalam, sesuai konsep IPAS & ESD	Analisis logis, sesuai konsep	Analisis kurang logis/terbatas	Tidak ada analisis
Solusi Kreatif & ESD	Ide solusi yang diajukan	Solusi sangat kreatif, realistis, berorientasi ESD, berkelanjutan	Solusi cukup kreatif, realistis, sebagian berorientasi ESD	Solusi kurang kreatif atau kurang sesuai prinsip ESD	Solusi tidak relevan/tidak ada
Presentasi & Produk	Hasil karya/penyajian kelompok	Sangat menarik, terstruktur, jelas, menggunakan media/ alat bantu	Menarik, cukup terstruktur dan jelas	Kurang menarik, kurang terstruktur	Tidak menarik, tidak terstruktur
Sikap Peduli Lingkungan	Tanggung jawab & komitmen individu	Sangat peduli, menunjukkan perilaku nyata menjaga lingkungan	Peduli, menunjukkan beberapa perilaku positif	Kurang peduli, hanya mengikuti kelompok	Tidak peduli, tidak menunjukkan sikap

Keterangan Skor:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 3: Baik

Skor 2: Cukup

Skor 1: Kurang

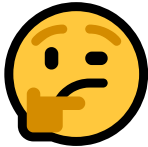


Perhitungan Nilai:

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Total Skor Diperoleh}}{\text{Skor Minimal}} \times 100$$

LEMBAR ASESMEN DIAGNOSTIK

A. Asesmen Non Kognitif

1. Coba amati lingkungan rumahmu saat ini, lalu pilih emoji berikut yang mewakili perasaanmu.

		
A	B	C

2. Berikan pendapatmu tentang bagaimana kondisi lingkungan akan berdampak pada semangat belajarmu?
3. Apa saja yang dapat kamu lakukan untuk menciptakan kenyamanan lingkungan belajar di rumah?
4. Apa yang kamu rasakan saat mengunjungi salon kecantikan lalu melihat kondisi yang tidak nyaman, misalnya dari segi ventilasi ataupun kebersihan lingkungannya?
5. Apa harapanmu saat kamu mempelajari tentang dampak perubahan lingkungan dan upaya dalam mengatasi perubahan lingkungan tersebut?

B. Asesmen Kognitif

Identifikasi Materi	Pertanyaan	Kemungkinan Jawaban	Skor (Kategori)	Rencana Tindak Lanjut
Peserta didik mampu membedakan dampak perubahan lingkungan dan upaya mengatasi perubahan lingkungan.	Coba amati gambar berikut, menurut kalian, tindakan tersebut adalah tindakan sanitasi atau higiene? 	Dampak perubahan lingkungan.	Paham utuh	Pembelajaran dapat dilanjutkan keunit berikutnya.
		Solusi perubahan lingkungan.	Paham sebagian	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi, jika peserta didik tidak mampu menjawab maka guru memberikan pembelajaran remedial.
		Pengelolaan lingkungan.	Tidak paham	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi, jika peserta didik tidak mampu menjawab maka guru memberikan pembelajaran Remedial.

Identifikasi Materi	Pertanyaan	Kemungkinan Jawaban	Skor (Kategori)	Rencana Tindak Lanjut
		Dampak perubahan lingkungan	Paham utuh	Pembelajaran dapat dilanjutkan keunit berikutnya.
		Solusi perubahan lingkungan	Paham sebagian	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi, jika peserta didik tidak mampu menjawab maka guru memberikan Pembelajaran remedial.
		Pengelolaan lingkungan	Tidak paham	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi.
		Dampak perubahan lingkungan	Paham utuh	Pembelajaran dapat dilanjutkan keunit berikutnya.
		Solusi perubahan lingkungan	Paham sebagian	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi, jika peserta didik tidak mampu menjawab maka guru memberikan pembelajaran remedial.
		Pengelolaan lingkungan	Tidak paham	Mengamati dan memberikan pertanyaan pada saat presentasi.

C. Soal Latihan

Petunjuk: Pilihlah salah pilihan jawaban yang benar!

- Berikut ini merupakan beberapa perubahan lingkungan akibat perbuatan manusia yaitu ...
 - Menurunnya hasil pertanian karena serbuan burung-burung
 - Berkurangnya sumber protein dari daging burung
 - Berkurangnya pupuk kandang dari daging burung
 - Berkurangnya populasi ulat pemakan daun sehingga hasil pertanian meningkat
 - Naiknya populasi ulat pemakan daun sehingga hasil pertanian turun
- Dampak negatif pencemaran alam bila terjadi eutrofikasi adalah ...

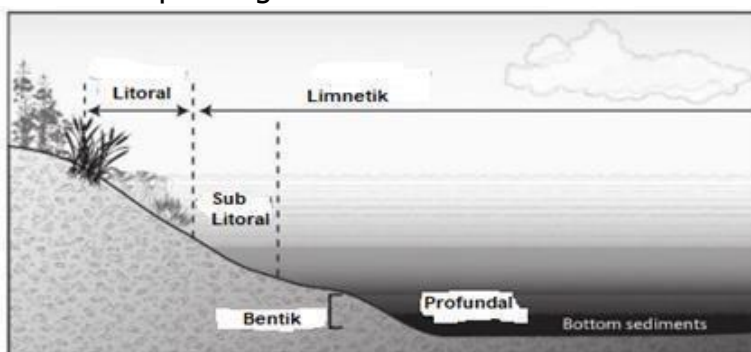
- A. alga dan enceng gondok mati
 - B. ikan dan hewan lain banyak terdapat di daerah tersebut
 - C. bentos tidak hidup di daerah tersebut
 - D. meningkatnya konsentrasi CO di air
 - E. menurunnya konsentrasi CO di air
3. Komponen industri di bawah ini yang dapat menyebabkan hujan asam adalah ...
- A. Produk akhir suatu industri
 - B. Limbah buangan industri
 - C. Pembakaran yang menghasilkan SO₂
 - D. Hasil industri kosmetik dalam bentuk gas
 - E. CFC (Chloro Fluoro Carbon)
4. Dalam ekosistem air, diketahui komponen-komponen penyusun mengandung DTT sebagai berikut:
- (1) Fitoplankton mengandung 0,04 ppm
 - (2) Burung pemakan ikan mengandung 6 ppm
 - (3) Air mengandung 0,00005 ppm
 - (4) Zooplankton mengandung 0,16 ppm

Hal ini dapat terjadi dikarenakan ...

- A. Air dapat menetralkan DDT
 - B. Burung terkena DDT langsung
 - C. Ikan berada di permukaan air saat penyemprotan
 - D. Zooplankton jumlahnya lebih sedikit dibanding fitoplankton
 - E. DDT dapat terakumulasi dalam tubuh mahluk hidup
5. Meningkatnya populasi sejenis Insecta yang merusak tanaman pertanian perlu dikendalikan secara serius. Cara pengendalian yang tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan adalah ...
- A. Disemprot pestisida
 - B. Radiasi dengan zat radioaktif
 - C. Ditangkap beramai-ramai
 - D. Dilepas pejantan steril
 - E. Dilepaskan katak hijau
6. Pencemaran sampah plastik dalam tanah selain mengurangi kemampuan daya dukung tanah juga merupakan polutan yang tidak dapat diuraikan. Sebagai upaya penanggulangannya dilakukan ...
- A. Penyuluhan pada masyarakat agar tidak menggunakan plastik
 - B. Penelitian cara penguraian plastik dalam tanah
 - C. Penggantian bahan plastik
 - D. Penguraian produksi plastik

- E. Pendaaur ulang limbah plastik
7. Penggunaan kendaraan bermotor dan alat-alat yang mengandung CFC dapat mengakibatkan ...
 - A. Peningkatan polutan biologis yan mencemari udara
 - B. Peningkatan kadar CO₂ di atmosfir dan penipisan lapisan ozon
 - C. Menurunnya kadar oksigen di atas permukaan air laut
 - D. Peningkatan kemampuan tumbuhan hijau dlam berfotosintesis
 - E. Menurunnya kualitas udara bersih di hutan hujan tropis
 8. Salah satu prinsip etika lingkungan adalah: "Memelihara sumber daya alam terbatas untuk kepentingan manusia dan semua spesies lainnya". Tindakan kita dalam menerapkan prinsip etika lingkungan tersebut adalah ...
 - A. Pemanfaatan sumber daya alam secara maksimal
 - B. Pemanfaatan sumber daya alam secara optimal
 - C. Eksploitasi sumber daya alam untuk kepentingan manusia
 - D. Eksploitasi sumber daya alam untuk kepentingan pembangunan
 - E. Melindungi semua spesies untuk kepentingan manusia
 9. Salah satu pengaruh hutan terhadap lingkungan adalah sifatnya yang berhubungan dengan iklim. Hal ini disebabkan karena hutan ...
 - A. Memiliki keranekaragam tumbuhan
 - B. Memiliki keanekaragaman satwa
 - C. Menghasilkan uap air yang membentuk hujan
 - D. Selalu terletak pada daerah pegunungan
 - E. Mampu menyimpan air yang jatuh di tanah
 10. Pengadaan pohon pelindung jalan di perkotaan dapat membantu menurunkan suhu udara perkotaan. Kenyataan itu disebabkan ...
 - A. Penaungan oleh daun pohon
 - B. Produksi oksigen pada proses fotosintesis
 - C. Dampak dari proses transpirasi tumbuhan
 - D. Pemanfaatan karbondioksida pada proses fotosintesis
 - E. Dampak dari penyimpanan air tanah oleh akar tumbuhan
 11. Para petani menggunakan pupuk dengan harapan tanaman menjadi subur. Namun penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan ...
 - A. Terbunuhnya musuh alami hama
 - B. Penyerapan unsur hara menjadi cepat
 - C. Meningkatnya produktivitas tanah
 - D. Penimbunan bahan organik dalam tanah
 - E. Tanaman menjadi kerdil dan daunnya mengering

12. Cara menanggulangi pencemaran air yang merupakan penerapan dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah ...
- Membuang limbah sedikit demi sedikit
 - Limbah dibuang ke tanah, bukan ke air
 - Membatasi penggunaan zat kimia dalam industri
 - Menutup industri yang menghasilkan bahan kimia tinggi
 - Mengolah limbah sebelum dibuang ke lingkungan
13. Membuang sampah organik ke danau atau sungai akan berdampak buruk pada kehidupan organisme air. Hal ini karena pembusukan sampah organik dapat menyebabkan ...
- pH air akan meningkat
 - Air kekurangan oksigen
 - Populasi cacing parasite meningkat
 - Tumbuhan air kekurangan unsur hara
 - Kandungan logam beracun meningkat
14. Gambar pembagian zona di ekosistem laut.



Gambar Pembagian zona di ekosistem laut

Alasan yang tepat terkait peristiwa yang terjadi di zona limnetik jika ekosistem tersebut tercemar oleh bermacam sampah plastik?

- Tumpukan berbagai sampah plastik terhempas ke pantai oleh gelombang laut sehingga organisme di zona itu ikut terdampar ke pantai
- Tumpukan sampah plastik membelokkan gelombang laut menuju ke dasar sehingga merusak susunan habitat di zona itu
- Tumpukan berbagai sampah plastik menghambat penetrasi sinar matahari dan mengganggu proses fotosintesis produsen di zona itu
- Tumpukan sampah plastik yang menjadi partikel-partikel kecil menimbun di dasar laut dan merusak habitat organisme di zona itu
- Tumpukan sampah plastik yang menjadi partikel-partikel kecil menghambat proses penguraian mikroorganisme di zona itu

REFERENSI

1. Goodman, B., & Stivers, J. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. Washington DC: The Buck Institute for Education.
2. Greenlab Indonesia. (2024). Dampak Penebangan Hutan terhadap Ekosistem. Diakses dari: <https://www.greenlab.co.id>
3. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). Panduan Pengembangan Proyek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) untuk SMK. Jakarta: Kemendikbudristek.
4. Rheem Indonesia. (2024). Pemanfaatan Energi Surya untuk Kehidupan Berkelanjutan. Diakses dari: <https://www.rheem.id>
5. Teknik Elektro ITK. (2024). Pemanfaatan Energi Angin sebagai Energi Terbarukan. Diakses dari: <https://ee.itk.ac.id>
6. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.