

Belajar IPA

Berbasis *Socio-Scientific Issue*: Limbah Batik Jetis Sidoarjo

Untuk kelas VII
Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah



Siti Adira Salsabilla Rahma
Ria Wulandari

VII

Belajar IPA

Berbasis *Socio-Scientific Issue*: Limbah Batik Jetis Sidoarjo

Untuk kelas VII
Sekolah Menengah Pertama/Madrasah
Tsanawiyah



VII

Siti Adira Salsabilla Rahma
Ria Wulandari

Prakata

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan ilmu, kekuatan, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar digital IPA bertema “Interaksi Antar Makhluk Hidup dan Lingkungan” yang berbasis pada *Socio-Scientific Issue* Limbah Batik Jetis Sidoarjo. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Buku ajar digital IPA ini dirancang untuk membantu siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP)/Madrasah Tsanawiyah (MTs) dalam memahami pentingnya interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan, serta dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia terhadap ekosistem. Dalam buku ini akan fokus pada studi kasus limbah batik Jetis Sidoarjo, yang menjadi contoh nyata bagaimana kegiatan industri dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, khususnya air, dan berpotensi merusak keseimbangan ekosistem. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui mengidentifikasi masalah lingkungan secara kritis dan berkontribusi dalam mencari solusi. Materi yang disajikan dalam buku ini mencakup berbagai aspek, mulai dari pengenalan ekosistem, pencemaran air, hingga perubahan iklim yang diakibatkan oleh aktivitas industri.

Penulis berharap buku ajar digital IPA ini dapat menjadi sumber belajar yang menarik dan bermanfaat bagi siswa. Dengan pendekatan yang interaktif dan berbasis isu, diharapkan siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga membangun kesadaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Penulis menyadari bahwa meskipun buku ajar ini telah disusun dengan sebaik baiknya, masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan bimbingan dan rahmat-Nya kepada kita semua, serta memberikan pahala yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ajar digital IPA ini, Amin.

Sidoarjo, Januari 2025

Penulis



Panduan Penggunaan Buku

Buku ini dirancang dengan berbagai kegiatan pembelajaran yang mengasah kemampuan kalian dalam berpikir analisis, mengembangkan kemampuan bekerja sama dan berkomunikasi serta kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk menjawab berbagai tantangan lokal dari limbah batik jetis Sidoarjo. Buku ini terdiri dari 3 bab utama dengan bagian-bagian menarik sebagai berikut:

Cover Bab

Berisi:

- Gambar yang berhubungan dengan konsep bab yang dipelajari.
- Apersepsi yang berhubungan dengan bab disertai dengan pertanyaan pembuka.
- Hasil yang akan dicapai oleh peserta didik
- Tujuan pembelajaran bab
- Kata kunci yang menjadi fokus bab tersebut

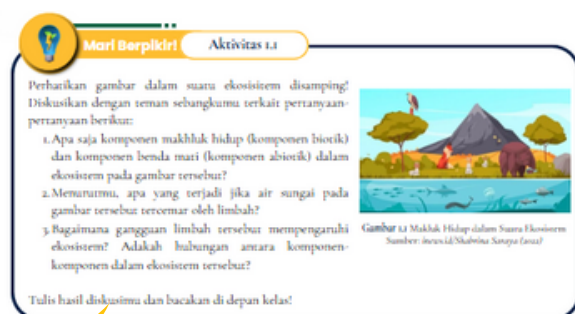


Pedalaman Materi

Rubrik ini berisi pemaparan teori atau konsep yang dijelaskan secara sistematis dengan bahasa yang mudah dimengerti. Fungsi dari rubrik ini untuk menuntun kalian agar dapat memahami dan menguasai teori dengan benar dan ilmiah.


Aktivitas Pembelajaran

Belajar IPA sangatlah seru dan menyenangkan karena ada percobaan. Di dalam buku ini terdapat berbagai aktivitas pembelajaran dalam bentuk aktivitas “Mari” yang harus kamu coba, percobaan hanya salah satu diantaranya. Coba lakukan untuk memperkaya keterampilan kalian.



Informasi IPA

Pada bagian ini, kalian dapat menemukan informasi-informasi tambahan terkait subbab yang kalian pelajari dan berisi fakta menarik yang mungkin tidak pernah kalian ketahui sebelumnya. Pengetahuan baru akan kalian peroleh yang berkaitan dengan topik IPA yang sedang kalian pelajari.

**Informasi IPA!**

Setiap organisme dalam suatu ekosistem memiliki tempat tinggal yang disebut dengan habitat dan mikrohabitat.

- **Habitat** adalah tempat tinggal suatu organisme hidup, tumbuh, dan berkembang biak, menyediakan kebutuhan hidup seperti makanan, air, dan tempat berlindung. Misalnya, habitat burung elang adalah hutan atau pegunungan, sementara habitat ikan adalah perairan seperti sungai atau laut.
- **Mikrohabitat** adalah bagian kecil dengan kondisi khusus dalam habitat, misalnya ulat yang hidup di daun sebagai mikrohabitatnya, sementara organisme lain seperti jamur mungkin hidup di batang pohonnya.

**Proyek Akhir Bab!**

DAMPAK LIMBAH BATIK TERHADAP EKOSISTEM SUNGAI

Pada bab ini, kalian telah mempelajari berbagai aspek ekosistem, termasuk hubungan antara organisme hidup dan lingkungan tempat mereka tinggal. Setelah memahami konsep dasar ekosistem, kalian akan mengeksplorasi bagaimana aktivitas manusia dapat mengganggu keseimbangan alam. Dalam proyek akhir ini, kalian akan mengaitkan pengetahuan yang telah dipelajari tentang ekosistem dengan masalah nyata yang ada di sekitar kita, yaitu pencemaran sungai akibat limbah batik. Tugas ini akan mengajak kalian untuk menganalisis dampak limbah batik terhadap ekosistem dan menyusun peta konsep yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dari masalah tersebut.

Langkah Kegiatan:

1. Siswa dibagi menjadi 4-5 kelompok.
2. Lakukan studi literatur mengenai dampak limbah batik terhadap ekosistem sungai. Sumber informasi dapat diperoleh melalui buku, artikel, jurnal, atau sumber internet lain.
3. Carilah informasi mengenai:
 - Limbah yang dihasilkan industri batik dan dampak limbah batik tersebut terhadap kualitas air, tanah, tanaman, dan hewan di ekosistem sungai.
 - Hubungan sebab-akibat yang terjadi akibat pencemaran limbah batik.
4. Buatlah peta konsep di atas kertas manila yang menghubungkan berbagai elemen dalam ekosistem sungai (air, tanah, tanaman, hewan) dengan dampak limbah batik.
5. Peta konsep harus mencakup hubungan sebab-akibat seperti:
 - Limbah batik mencemari tanah → Menyebabkan pertumbuhan tanaman.
 - Pencemaran hasil peta konsep kalian di depan kelas.
7. Setelah presentasi, kelompok lain dapat memberikan masukan atau pertanyaan terkait peta konsep yang dipresentasikan.

Proyek Akhir Bab

Ini merupakan puncak dari bab yang kalian pelajari, bagian paling seru. Kalian akan membuat sebuah peta konsep, diagram, dan poster yang dapat dikerjakan secara berkelompok. Tanpa disadari, kalian akan menggunakan konsep yang telah kalian pelajari dalam bab tersebut untuk mengerjakan proyek akhir ini. Proyek ini dapat membuka kesempatan untuk kalian berkontribusi bagi lingkungan sebagai bagian dari warga dunia.

Ayo Refleksikan Diri Kalian

Fitur ini mengajak kalian untuk refleksi diri terkait aktivitas pembelajaran yang telah kalian lakukan sebelumnya berkaitan dengan sikap sosial dan spiritual.

**Ayo Refleksikan Diri Kalian!**

Sebelum melanjutkan ke subbab berikutnya, penting untuk menemukan beberapa pertanyaan berikut:

1. Apakah kalian sudah benar-benar memahami apa itu ekosistem? Apakah kalian mengerti bagaimana interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya?
2. Diskusikan dengan teman dan guru untuk memperdalam pemahaman kalian tentang materi ini. Kalian juga bisa mencari informasi tambahan dari sumber belajar lain. Ayo semangat untuk mempelajari materi selanjutnya!



Daftar Isi

PRAKATA	II
PANDUAN PENGGUNAAN BUKU	III
DAFTAR ISI	V
DAFTAR GAMBAR	VII
DAFTAR TABEL	VIII
TINJAUAN KOMPETENSI	IX
PENGANTAR BATIK JETIS SIDOARJO	XI
BAB I EKOSISTEM LINGKUNGAN	01
1. Ekosistem dan Komponenya	02
2. Interaksi dalam Ekosistem	04
3. Siklus Energi dalam Ekosistem	07
4. Daur Biogeokimia	09
5. Peran Ekosistem dalam Kehidupan	12
6. Peran Manusia dalam Lingkungan Ekosistem	13
BAB II PENCEMARAN AIR	17
1. Pencemaran	18
2. Pencemaran Air dan Sumber Pencemarannya	19
3. Faktor Penyebab Pencemaran Air	22
4. Dampak Pencemaran Air	25
5. Upaya Menanggulangi Pencemaran Air	27
6. Prinsip 4R dalam Mengurangi Limbah	28

Daftar Isi

BAB III PERUBAHAN IKLIM AKIBAT PENCEMARAN AIR	32
1. Perubahan Iklim	33
2. Dampak Limbah Cair Batik Terhadap Lingkungan dan Perubahan Iklim	36
3. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Lingkungan Ekosistem	38
4. Strategi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim Akibat Pencemaran Air	40
DAFTAR PUSTAKA	46
GLOSARIUM	47
PROFIL PENULIS	49



Daftar Gambar

Gambar 1.1	Makhluk Hidup dalam Suatu Ekosistem	2	Gambar 2.5	Pencemaran Air Akibat Limbah Industri Batik	21
Gambar 1.2	Komponen Abiotik	3	Gambar 2.6	Pencemaran Air Akibat Limbah Rumah Tangga	21
Gambar 1.3	Komponen Biotik	3	Gambar 2.7	Bahan Kimia yang digunakan dalam Industri Batik	22
Gambar 1.4	Populasi Ikan dalam Kolam	3	Gambar 2.8	Penggunaan Pestisida Kimia dalam Aktivitas Bertani	22
Gambar 1.5	Ekosistem Sungai	4	Gambar 2.9	<i>Blooming Algae</i>	23
Gambar 1.6	Sekelompok Sapi Makan Rumput di Sore Hari	5	Gambar 2.10	Korban Pencemaran Limbah Industri di Aceh	25
Gambar 1.7	Simbiosis Mutualisme Lebah dan Bunga	6	Gambar 2.11	Alat Penyaring Air Sederhana	26
Gambar 1.8	Simbiosis Komensalisme Ikan Hiu dan Ikan Remora ..	6	Gambar 2.12	Kolam Stabilisasi Limbah	27
Gambar 1.9	Simbiosis Parasitisme Benalu yang Hidup di Pohon	6	Gambar 2.13	Instalasi pengolahan air limbah	28
Gambar 1.10	Predasi Singa dan Rusa .	6	Gambar 3.1	Pewarnaan Batik	33
Gambar 1.11	Rantai Makanan	7	Gambar 3.2	Pencucian Batik	33
Gambar 1.12	Jaring-Jaring Makanan	8	Gambar 3.3	Limbah Batik	33
Gambar 1.13	Siklus Karbon	10	Gambar 3.4	Emisi Gas dari Industri	34
Gambar 1.14	Siklus Nitrogen	10	Gambar 3.5	Limbah Batik Jetis Sidoarjo ..	36
Gambar 1.15	Siklus Air	11	Gambar 3.6	Cuaca Ekstrem Berpotensi di Sebagian Wilayah Jawa ...	38
Gambar 1.16	Taman Hutan Raya	13	Gambar 3.7	Terumbu Karang Memutih dan Terancam Mati	39
Gambar 1.17	Hutan Mangrove	13	Gambar 3.8	Kebakaran Hutan	40
Gambar 1.18	Penebangan Pohon di Hutan Menyebabkan Kerusakan Habitat Hutan ..	14	Gambar 3.9	Filtrasi dan Pengelolaan Limbah B3	41
Gambar 1.19	Sungai tercemar dan terdapat emisi gas dari pabrik industri	14	Gambar 3.10	Bio Reaktor Pengolahan Air Limbah	42
Gambar 1.20	Sungai tercemar limbah batik	16	Gambar 3.11	Tanaman kana lonceng (<i>Thalia geniculata</i>).....	42
Gambar 2.1	Limbah Batik	18			
Gambar 2.2	Pencemaran Air	19			
Gambar 2.3	pH Air pada Air Minum	20			
Gambar 2.4	Tingkat Oksigen Terlarut untuk Ikan/Kehidupan Akuatik	20			



Daftar Tabel

Tabel 1.1	Data Hasil Pengamatan Kualitas Air	12
Tabel 2.1	Parameter untuk Mengukur Pencemaran Air	20
Tabel 2.2	Penjernihan Air Menggunakan Alat Sederhana	26



Tinjauan Kompetensi

A. Capaian Pembelajaran dan Indikator

Capaian Pembelajaran	Indikator
Pada akhir fase D, peserta didik mampu mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya, serta dapat merancang upaya-upaya mencegah dan mengatasi pencemaran dan perubahan iklim.	1.1.1 Mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dalam ekosistem
	1.1.2 Menganalisis bagaimana perubahan dalam ekosistem dapat mempengaruhi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya
	1.1.3 Menyeleksi indikasi pencemaran air yang terjadi berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi.
	1.1.4 Menganalisis dampak pencemaran lingkungan terhadap interaksi antara produsen, konsumen, dan dekomposer di ekosistem.
	1.1.5 Mengevaluasi efektivitas kebijakan yang diterapkan pemerintah dalam mengurangi pencemaran lingkungan
	1.1.6 Merancang solusi inovatif yang dapat meningkatkan efektivitas kebijakan pemerintah dalam mengurangi pencemaran lingkungan
	1.1.7 Menyusun upaya inovatif dan strategi edukasi yang ramah lingkungan bagi masyarakat untuk mengatasi pencemaran lingkungan.
	1.1.8 Merancang upaya mencegah pencemaran lingkungan serta mengurangi dampak perubahan iklim

Tinjauan Kompetensi

B. Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran
1. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dalam ekosistem
2. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu menganalisis bagaimana perubahan dalam ekosistem dapat mempengaruhi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya
3. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu menyeleksi indikasi pencemaran air yang terjadi berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi.
4. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan terhadap interaksi antara produsen, konsumen, dan dekomposer di ekosistem.
5. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu mengevaluasi efektivitas kebijakan yang diterapkan pemerintah dalam mengurangi pencemaran lingkungan
6. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu merancang solusi inovatif yang dapat meningkatkan efektivitas kebijakan pemerintah dalam mengurangi pencemaran lingkungan
7. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu menyusun upaya inovatif dan strategi edukasi yang ramah lingkungan bagi masyarakat untuk mengatasi pencemaran lingkungan.
8. Melalui buku digital berbasis <i>socio-scientific issue</i> , peserta didik mampu merancang upaya mencegah pencemaran lingkungan serta mengurangi dampak perubahan iklim



Pengantar

Batik Jetis Sidoarjo

Kabupaten Sidoarjo, yang terletak di selatan Kota Surabaya, dikenal dengan produk khasnya seperti kerupuk udang, terasi, petis, dan ikan bandeng. Selain itu, Sidoarjo juga memiliki keunikan budaya berupa Batik Jetis, yang telah ada sejak tahun 1675. Batik ini diwariskan secara turun-temurun hingga tujuh generasi. Pusat produksi batik ini berada di Kampung Jetis, sebuah kampung tua yang menjadi tempat pengrajin memproduksi batik tulis tradisional. Menurut sejarah, keterampilan membatik di Jetis diperkenalkan oleh Mbah Mulyadi, seorang keturunan raja Kediri yang menetap di Sidoarjo. Seiring waktu, kawasan Pasar Jetis yang menjadi pusat perdagangan semakin ramai dengan kedatangan pedagang dari luar daerah, termasuk Madura.

Kampung Batik Jetis di Sidoarjo kini menjadi salah satu destinasi wisata yang populer. Terletak di tengah kota, tepatnya di daerah Diponegoro, kecamatan Sidoarjo. Kampung ini menawarkan pengalaman unik bagi wisatawan yang ingin melihat langsung proses pembuatan batik tulis. Batik Jetis memiliki ciri khas yang beragam, baik dari segi motif maupun warna. Pembuatan batik ini menggunakan lilin atau malam yang berfungsi melindungi motif saat proses pewarnaan. Salah satu motif yang banyak diminati adalah motif Madura dengan warna-warna cerah seperti merah, biru, dan hijau. Namun, pada awalnya, batik Jetis didominasi warna gelap seperti coklat dan biru tua.

Motif batik Jetis terus berkembang sejak tahun 1980-an, dari motif dasar yang sederhana hingga motif baru yang lebih variatif. Beberapa motif klasik seperti beras utah, sekardangan, dan kembang tebu masih dilestarikan oleh sebagian pengrajin. Namun, motif-motif ini mulai tergeser oleh motif-motif modern yang lebih cerah dan mencolok untuk memenuhi permintaan pasar. Para pengrajin juga menggabungkan motif klasik dengan motif baru, seperti motif beras utah yang dihiasi dengan motif kipas. Meski demikian, banyak pihak yang mendorong pelestarian motif asli sebagai identitas budaya Sidoarjo.



Pengantar

Batik Jetis Sidoarjo

Produk batik Jetis tidak hanya dijual dalam bentuk kain, tetapi juga diolah menjadi berbagai jenis pakaian dan aksesoris. Para pengrajin dan warga sekitar kampung memproduksi berbagai barang seperti dress, blazer, rok, celana tidur, hingga jas pria. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan daya tarik produk batik Jetis, tetapi juga memperluas pasar hingga ke luar daerah. Harga kain batik Jetis bervariasi, mulai dari Rp150 ribu hingga Rp2,5 juta per lembar, tergantung pada tingkat kerumitan motifnya.

Namun, di balik keindahan dan keunikan batik Jetis, terdapat masalah lingkungan yang dihadapi, yaitu limbah batik. Proses pewarnaan batik menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan kimia seperti pewarna sintetis dan sisa malam. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan, terutama perairan sekitar. Beberapa pengrajin mulai menerapkan sistem pengolahan limbah sederhana untuk mengurangi dampak negatif ini, namun upaya yang lebih luas dan terpadu masih diperlukan. Kesadaran akan pengelolaan limbah menjadi langkah penting untuk menjaga keberlanjutan industri batik Jetis sekaligus melindungi lingkungan.

Masalah limbah batik Jetis merupakan contoh nyata dari *socio-scientific issue (SSI)*, yaitu persoalan ilmiah yang berkaitan erat dengan kehidupan sosial dan memerlukan pemahaman lintas disiplin untuk mencari solusinya. Limbah cair dari proses membatik tidak hanya menjadi isu lingkungan, tetapi juga menyangkut aspek ekonomi, budaya, dan kebijakan. Melalui pendekatan SSI, siswa diajak untuk memahami permasalahan ini secara menyeluruh, menganalisis dampaknya terhadap ekosistem, serta merancang solusi yang tidak hanya ilmiah tetapi juga mempertimbangkan kondisi sosial masyarakat sekitar.

BAB I

Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungan

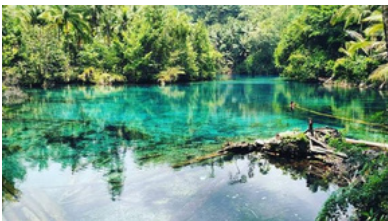
Hasil yang harus kamu capai:

- Dapat menganalisis interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan dalam suatu ekosistem

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- Mampu menganalisis hubungan sebab-akibat dari pencemaran limbah batik terhadap interaksi komponen abiotik dan biotik dalam ekosistem.

Coba perhatikan kedua gambar berikut ini!



Sumber: Tempo.co

Gambar A.



Sumber: Solopos.com

Gambar B.

Coba perhatikan baik-baik gambar A dan gambar B.

- Kira-kira apa perbedaan yang kalian lihat antara gambar A dan gambar B?
- Menurut kalian, dengan kondisi sungai seperti gambar B, makhluk hidup apa saja yang kemungkinan besar tidak bisa bertahan hidup di sungai B?

Kata Kunci:

- A.** Ekosistem dan Komponenya **C.** Siklus Energi dalam Ekosistem
B. Interaksi dalam ekosistem **D.** Daur Biogeokimia



A. Ekosistem dan Komponennya

Dari apersepsi sebelumnya kita bisa melihat bahwa sungai bukan hanya sekadar aliran air, tetapi juga rumah bagi banyak makhluk hidup. Sungai adalah bagian dari ekosistem yang menjadi tempat dimana makhluk hidup dan lingkungan saling berinteraksi. Semua komponen dalam ekosistem ini, baik yang hidup maupun yang tidak hidup, saling bergantung satu sama lain. Bagaimana cara semua komponen tersebut saling bergantung? Untuk mengetahuinya, mari kita lakukan kegiatan berikut!

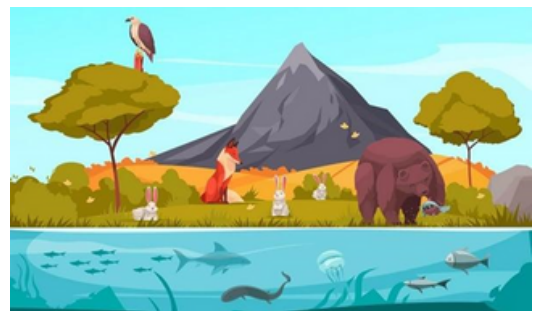


Mari Berpikir!

Aktivitas 1.1

Perhatikan gambar dalam suatu ekosistem disamping! Diskusikan dengan teman sebangkumu terkait pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Apa saja komponen makhluk hidup (komponen biotik) dan komponen benda mati (komponen abiotik) dalam ekosistem pada gambar tersebut?
2. Menurutmu, apa yang terjadi jika air sungai pada gambar tersebut tercemar oleh limbah?
3. Bagaimana gangguan limbah tersebut mempengaruhi ekosistem? Adakah hubungan antara komponen-komponen dalam ekosistem tersebut?



Gambar 1.1 Makhluk Hidup dalam Suatu Ekosistem
Sumber: *inews.id*

Tulis hasil diskusimu dan bacakan di depan kelas!

Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, tentunya kamu sudah memiliki sedikit gambaran tentang ekosistem dan komponen didalamnya. Ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk dari hubungan timbal balik antara makhluk hidup (komponen biotik) dan lingkungannya (komponen abiotik). Dalam ekosistem, semua komponen saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain, menciptakan keseimbangan yang penting untuk kelangsungan hidup berbagai organisme.

Contoh ekosistem adalah sungai, hutan, danau, bahkan taman yang ada di sekitar rumah kita. Di dalamnya terdapat interaksi antara berbagai komponen biotik, seperti tanaman, hewan, dan mikroorganisme, serta komponen abiotik seperti tanah, air, dan cahaya matahari. Semua elemen ini saling berhubungan dan mempengaruhi satu sama lain, menciptakan keseimbangan yang penting untuk mendukung kehidupan di taman tersebut. Terdapat dua komponen utama dalam suatu ekosistem, yaitu komponen abiotik dan komponen biotik.

1. Komponen Abiotik

Komponen abiotik adalah bagian dari lingkungan yang tidak hidup tetapi sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Contoh komponen abiotik meliputi: Air sebagai sumber kehidupan utama yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk berbagai aktivitas, seperti tumbuhan yang memerlukan air untuk fotosintesis. Tanah yang menyediakan tempat untuk tumbuh dan nutrisi bagi tumbuhan. Suhu yang dapat mempengaruhi aktivitas dan kelangsungan hidup makhluk hidup. Suhu yang terlalu ekstrim dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan menyebabkan kematian. Kemudian, Cahaya Matahari yang menjadi sumber energi utama yang mendukung proses fotosintesis. Udara yang mengandung oksigen dan karbon dioksida yang diperlukan oleh hewan untuk bernapas dan tumbuhan untuk fotosintesis dan Topografi/Bentuk permukaan tanah, seperti pegunungan, lembah, dan dataran, yang mempengaruhi jenis makhluk hidup yang dapat berkembang di suatu tempat.

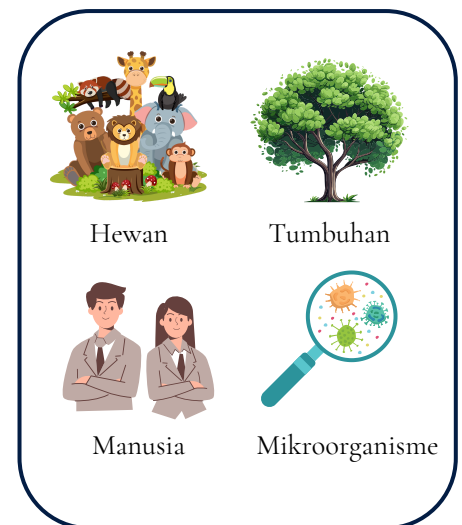


Gambar 1.2 Komponen Abiotik

2. Komponen Biotik

Komponen biotik adalah semua makhluk hidup yang ada dalam ekosistem seperti produsen, konsumen, dan pengurai. Produsen adalah organisme yang mampu membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis, seperti tumbuhan dan alga yang mana mereka menjadi sumber energy bagi organisme lain dalam ekosistem. Konsumen adalah organisme yang tidak dapat membuat makanan sendiri dan bergantung pada produsen atau konsumen lain untuk mendapatkan energy, misalnya hewan atau manusia yang memakan tumbuhan atau hewan lain. Pengurai adalah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang menguraikan sisa-sisa makhluk hidup menjadi zat yang berguna untuk lingkungan dan dapat digunakan kembali oleh produsen.

Komponen biotik dapat dikelompokkan berdasarkan tingkatan organisasi kehidupannya mulai dari individu, populasi, komunitas, ekosistem, bioma, dan biosfer. Individu merupakan satuan terkecil yang disebut dengan satu jenis organisme tunggal. Contohnya adalah seekor ikan, sebatang pohon mangga, atau seorang manusia. Populasi adalah sekelompok individu dari spesies yang sama, hidup di suatu daerah tertentu pada waktu yang sama. Misalnya, populasi ikan di kolam seperti pada **Gambar 1.4**. Komunitas adalah kumpulan dari beberapa populasi yang berbeda dan hidup di suatu daerah tertentu, contohnya komunitas di sungai yang terdiri dari berbagai jenis ikan, udang, tumbuhan air, dan mikroorganisme.



Gambar 1.3 Komponen Biotik



Gambar 1.4 Populasi Ikan dalam Kolam
Sumber: agrokoifarm.co.id

Ekosistem adalah gabungan dari komunitas makhluk hidup (komponen biotik) dan lingkungan tidak hidup (komponen abiotik) yang saling berinteraksi, contohnya ekosistem sungai yang mencakup interaksi antara makhluk hidup dan benda mati di dalamnya. Bioma merupakan kumpulan ekosistem yang memiliki karakteristik iklim dan vegetasi yang serupa. Bioma ditentukan oleh faktor-faktor seperti suhu, curah hujan, dan jenis tanah. Contoh bioma termasuk hutan hujan tropis, sabana, dan tundra. Biosfer adalah lapisan bumi tempat semua kehidupan berada. Biosfer mencakup seluruh bioma dan ekosistem di bumi, mulai dari dasar laut hingga atmosfer.



Gambar 1.5 Ekosistem Sungai
Sumber: *kompas.com*

Informasi IPA!

Setiap organisme dalam suatu ekosistem memiliki tempat tinggal yang disebut dengan habitat dan mikrohabitat.

- **Habitat** adalah tempat tinggal suatu organisme hidup, tumbuh, dan berkembang biak, menyediakan kebutuhan hidup seperti makanan, air, dan tempat berlindung. Misalnya, habitat burung elang adalah hutan atau pegunungan, sementara habitat ikan adalah perairan seperti sungai atau laut.
- **Mikrohabitat** adalah bagian kecil dengan kondisi khusus dalam habitat, misalnya ulat yang hidup di daun sebagai mikrohabitatnya, sementara organisme lain seperti jamur mungkin hidup di batang pohonnya.

B. Interaksi dalam Ekosistem

Dalam suatu ekosistem, ketika ada tumbuhan yang membutuhkan cahaya matahari dan air untuk tumbuh, itu menunjukkan adanya interaksi antara faktor biotik (tumbuhan) dan faktor abiotik (cahaya matahari dan air). Interaksi dalam ekosistem bisa terjadi antara berbagai organisme, atau antara organisme dengan lingkungan mereka. Hubungan antara organisme bisa bersifat saling menguntungkan, merugikan, atau bahkan bersaing satu sama lain. Pola-pola interaksi dalam ekosistem ini dapat melibatkan faktor biotik (makhluk hidup) dan faktor abiotik (bagian yang tidak hidup), dan bisa terjadi di tingkat spesies, populasi, maupun komunitas.

Hubungan antara makhluk hidup (faktor biotik) dan benda tak hidup (faktor abiotik) sangat erat. Faktor abiotik seperti tanah, kandungan nutrisi, iklim (seperti kelembaban dan suhu), air, dan bentuk permukaan bumi (topografi) dapat mempengaruhi makhluk hidup secara langsung atau tidak langsung. Misalnya, tanah yang subur kaya akan nutrisi mendukung pertumbuhan padi di sawah, sementara tanah yang tandus lebih cocok untuk tanaman seperti kaktus.



Mari Bermain!

Setelah mempelajari materi ini, ujilah pemahamanmu melalui sebuah kuis berikut:

<https://wordwall.net/resource/97824468>

Setelah selesai, lihat skor yang kamu peroleh dan coba refleksikan bagian mana yang sudah kamu kuasai dan bagian mana yang perlu dipelajari kembali.

Curah hujan yang tinggi di hutan hujan tropis memungkinkan tumbuhan seperti pohon jati dan hewan seperti harimau hidup di sana. Sebaliknya, di gurun yang kering, hanya tumbuhan seperti kaktus dan hewan seperti unta yang bisa bertahan. Selain itu, apakah kalian menyadari bahwa nyamuk semakin banyak saat musim hujan? Jika iya, itu dikarenakan banyak genangan air akibat hujan yang menjadi tempat atau sarang nyamuk untuk bertelur, sedangkan saat musim kemarau, rumput di padang sering mengering karena kekurangan air. Faktor-faktor abiotik ini mempengaruhi tempat tinggal, jumlah, dan jenis makhluk hidup yang bisa hidup di suatu tempat.

Selain interaksi antara makhluk hidup (faktor biotik) dan benda tak hidup (faktor abiotik), interaksi antar makhluk hidup juga dapat terjadi pada berbagai tingkat, seperti individu, spesies, populasi, dan komunitas. Jenis interaksi yang umum terjadi adalah kompetisi, predasi, herbivori, dan simbiosis.

1. Kompetisi

Kompetisi adalah interaksi antara dua atau lebih organisme yang bersaing untuk mendapatkan sumber daya yang terbatas, seperti makanan, air, atau tempat tinggal. Dalam kompetisi, biasanya organisme yang lebih kuat atau lebih mampu akan mendapatkan sumber daya tersebut, sementara yang lebih lemah harus mencari sumber lain. Contoh kompetisi dapat dilihat pada dua jenis tanaman yang tumbuh di area yang sama seperti pada rumput dan gulma yang bersaing mendapatkan air dan nutrisi yang diperlukan untuk tumbuh dengan baik di area tanah yang sama.

2. Herbivori

Herbivori adalah interaksi di mana hewan herbivora memakan tumbuhan. Dalam interaksi ini, hewan mendapatkan makanan dari tumbuhan, tetapi tumbuhan tersebut akan merasa dirugikan karena kehilangan bagian dari tubuhnya. Contoh herbivori adalah sapi yang memakan rumput. Sapi mendapatkan nutrisi dari rumput, tapi rumput yang dimakan akan mengalami penurunan jumlah dan mungkin tidak dapat tumbuh kembali dengan baik jika terlalu banyak dimakan.



Gambar 1.6 Sekelompok Sapi Makan Rumput di Sore Hari

Sumber: id.pngtree.com

3. Simbiosis

Simbiosis adalah interaksi antara dua makhluk hidup yang berbeda spesies dan hidup berdampingan. Ada tiga jenis simbiosis: mutualisme, komensalisme, dan parasitisme. Dalam **mutualisme**, kedua makhluk hidup saling menguntungkan, seperti hubungan antara lebah dan bunga. Lebah terbang dari satu bunga ke bunga lain untuk mengumpulkan nektar sebagai makanan, dan saat melakukannya, serbuk sari dari bunga menempel pada lebah. Ketika lebah berpindah ke bunga lain, serbuk sari tersebut jatuh di putik bunga, sehingga membantu proses penyerbukan. Dalam **komensalisme**, satu makhluk hidup diuntungkan sementara yang lain tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian, seperti ikan remora yang menempel pada ikan hiu. Remora mendapatkan sisa makanan dari hiu tanpa merugikan hiu itu sendiri. Terakhir, dalam **parasitisme**, satu makhluk hidup diuntungkan dan yang lain dirugikan, seperti benalu yang hidup di pohon. Benalu tidak memiliki akar yang kuat untuk menyerap air dan nutrisi, sehingga ia menempel pada tanaman lain dan menyerap unsur hara dari tanaman inang, yang merugikan tanaman tersebut.



Gambar 1.7 Simbiosis Mutualisme Lebah dan Bunga

Sumber: celebesmedia.id



Gambar 1.8 Simbiosis Komensalisme Ikan Hiu dan Ikan Remora

Sumber: cnnindonesia.com



Gambar 1.9 Simbiosis Parasitisme Benalu yang Hidup di Pohon

Sumber: dailysports.id

4. Predasi

Predasi adalah interaksi di mana satu makhluk hidup, yang disebut pemangsa, memangsa makhluk hidup lain, yang disebut mangsa, untuk mendapatkan makanan. Dalam interaksi ini, pemangsa mendapatkan keuntungan karena ia mendapatkan makanan, sedangkan mangsa akan mengalami kerugian. Predasi dapat dilihat dengan jelas pada rantai makanan atau jaring-jaring makanan, yaitu antara konsumen I dengan konsumen II atau antara konsumen II dengan konsumen III. Makhluk hidup yang memakan makhluk hidup lain disebut predator. Contohnya, singa yang memangsa rusa adalah salah satu contoh predasi yang paling umum, di mana singa sebagai pemangsa mendapatkan makanan dari rusa yang menjadi mangsa.



Gambar 1.10 Predasi Singa dan Rusa

Sumber: kumparan.com



Mari Berselancar di Internet!

Aktivitas 1.2

Bukalah website berikut untuk memperluas wawasanmu mengenai jenis-jenis interaksi dalam ekosistem.

1. <https://bit.ly/jenisinteraksi>
2. <https://bit.ly/interaksipadaekosistem>
3. <https://bit.ly/jenisinteraksiekosistem>

Buatlah rangkuman dari materi dalam website tersebut sebagai bahan tambahan untuk belajar!

C. Siklus Energi dalam Ekosistem

Setiap makhluk hidup memerlukan energi untuk melakukan berbagai aktivitas kehidupan, seperti bergerak, tumbuh, berkembang biak, dan bertahan hidup. Energi ini didapatkan dari makanan yang mereka konsumsi. Dalam ekosistem, energi berpindah dari satu makhluk hidup ke makhluk hidup lainnya melalui suatu proses yang disebut rantai makanan. Rantai makanan adalah urutan proses makan dan dimakan antara berbagai organisme seperti pada Gambar 1.11.



Gambar 1.11 Rantai Makanan
Sumber: lbbccendikia.com

1. Rantai Makanan

Berdasarkan gambar, rantai makanan dimulai dari tumbuhan yang berperan sebagai produsen karena mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Selanjutnya, energy akan mengalir melalui konsumen yang umumnya terdiri dari hewan herbivor dan karnivor. Dalam gambar terdapat belalang sebagai konsumen I, katak sebagai konsumen II, ular sebagai konsumen III, dan elang sebagai konsumen IV atau konsumen puncak. Jika semua makhluk hidup tersebut mati, mereka akan diuraikan menjadi senyawa anorganik melalui proses dekomposisi yang dilakukan oleh organisme dekomposer. Contoh dari dekomposer ini adalah bakteri dan jamur.

Perlu diketahui, **ternyata tidak semua energi berpindah dari satu makhluk hidup ke makhluk hidup lainnya secara utuh.** Dalam ekosistem, sebagian besar energi yang diperoleh oleh makhluk hidup tidak sepenuhnya berpindah ke organisme berikutnya dalam rantai makanan. Sebagian besar energi hilang dalam bentuk panas yang dilepaskan ke lingkungan, terutama selama proses metabolisme. Misalnya, ketika tumbuhan (produsen) melakukan fotosintesis, mereka menyimpan energi matahari dalam bentuk makanan.

Informasi IPA!

Rantai makanan memiliki tiga jenis utama, yaitu rantai pemangsa, rantai saprofit, dan rantai parasit.

- **Rantai Pemangsa:** Rantai ini terjadi ketika hewan pemakan tumbuhan (herbivora) dimakan oleh hewan pemakan daging (karnivora). Contoh yang umum adalah kelinci yang dimakan oleh ular, dan kemudian ular tersebut dapat dimakan oleh elang.
- **Rantai Saprofit:** Rantai ini melibatkan penguraian organisme mati dengan bantuan dekomposer. Contohnya adalah ketika elang mati, tubuhnya akan diurai oleh bakteri dan organisme pengurai lainnya, yang membantu mengembalikan nutrisi ke dalam tanah.
- **Rantai Parasit:** Dalam rantai ini, terdapat organisme yang hidup dengan cara merugikan inangnya. Contoh yang sering dijumpai adalah benalu yang tumbuh pada pohon besar, di mana benalu mengambil nutrisi dari pohon tersebut tanpa memberikan manfaat bagi pohon.



Mari Bermain!

Setelah mempelajari materi, ujlilah pemahamanmu melalui sebuah kuis berikut:

<https://wordwall.net/resource/97825645>

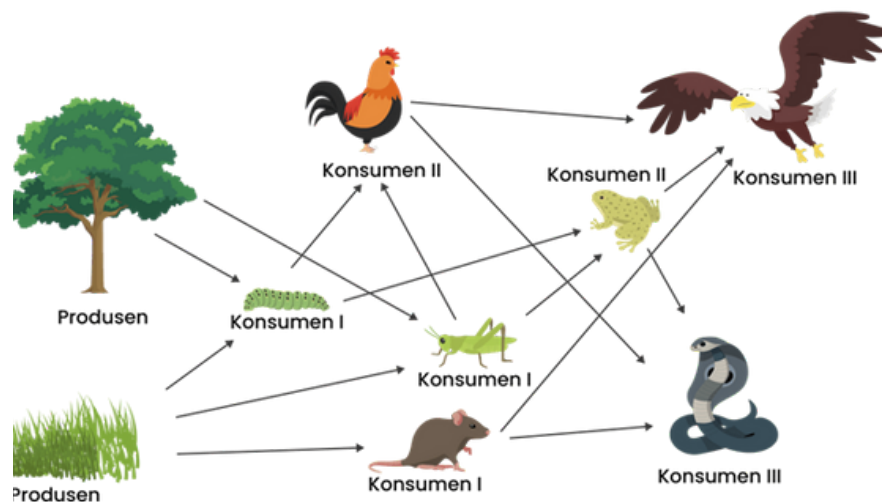
Setelah selesai, lihat skor yang kamu peroleh dan coba refleksikan bagian mana yang sudah kamu kuasai dan bagian mana yang perlu dipelajari kembali.

Ketika herbivora (konsumen I) memakan tumbuhan, hanya sekitar 10% dari energi yang disimpan dalam tumbuhan yang berpindah ke herbivora, sementara sebagian besar energi hilang sebagai panas. Ketika konsumen I dimakan oleh konsumen II (seperti katak yang dimakan ular), sebagian energi kembali hilang sebagai panas, dan proses ini terus berlanjut dalam rantai makanan. Hal ini dikenal sebagai hukum energi 10%, yang menyatakan bahwa hanya sekitar 10% energi yang tersedia di satu tingkat trofik yang diteruskan ke tingkat trofik berikutnya, sementara sisanya hilang sebagai panas, digunakan untuk aktivitas tubuh, atau tidak dicerna dan dikeluarkan sebagai limbah.

2. Jaring-jaring Makanan

Dalam suatu ekosistem, hubungan antar organisme tidak hanya terjadi dalam bentuk rantai makanan yang sederhana. Banyak organisme saling berinteraksi dengan cara yang berbeda, baik sebagai pemangsa maupun mangsa, serta dalam hubungan lainnya. Semua interaksi ini membentuk pola yang lebih kompleks yang dikenal sebagai jaring-jaring makanan. Jaring-jaring makanan menunjukkan bagaimana berbagai makhluk hidup saling terhubung melalui hubungan makan dan dimakan. Dalam jaring-jaring makanan, satu jenis organisme bisa memiliki lebih dari satu pemangsa atau mangsa. Misalnya, tumbuhan tidak hanya dimakan oleh satu jenis herbivora, tetapi juga oleh beberapa hewan seperti belalang, ulat, dan tikus. Ini membuat aliran energi dalam ekosistem menjadi lebih rumit dibandingkan dengan rantai makanan yang lebih sederhana.

Gambar 1.12
Jaring-jaring Makanan
Sumber: roboguru.ruangguru.com





Jaring-jaring makanan sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Dengan adanya berbagai hubungan antara makhluk hidup, jika satu spesies mengalami penurunan populasi, spesies lain yang bergantung padanya juga akan terpengaruh. Contohnya, jika populasi belalang menurun, maka predator yang memakan belalang, seperti katak dan burung, juga akan mengalami penurunan jumlah. Dengan adanya jaring-jaring makanan, ekosistem menjadi lebih stabil karena adanya hubungan yang saling mendukung antara berbagai organisme.



Mari Analisis!

Aktivitas 1.3

Kerjakanlah di buku latihanmu!

1. Dalam sebuah ekosistem, terdapat rantai makanan yang terdiri dari tumbuhan, belalang, katak, ular, dan elang. Jika populasi belalang menurun, jelaskan dampak yang mungkin terjadi pada populasi katak dan ular. Sertakan alasan di balik jawabanmu!
2. Jelaskan hukum energi 10% dalam rantai makanan. Mengapa hanya sekitar 10% energi yang berpindah dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya?
3. Buatlah diagram jaring-jaring makanan sederhana yang ada di lingkungan sekitarmu!

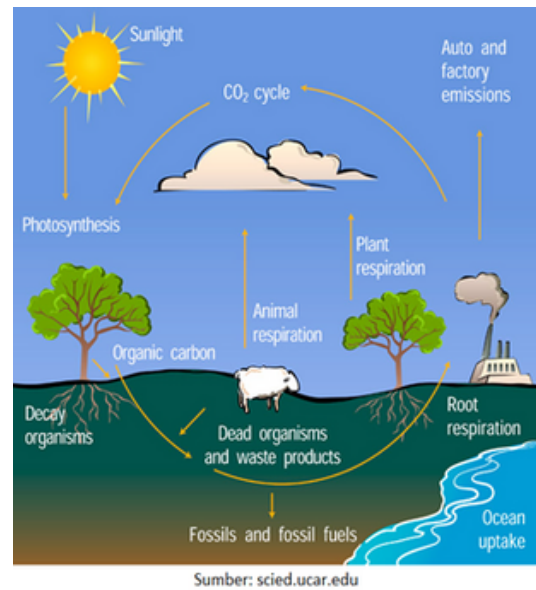
D. Daur Biogeokimia

Tahukah kalian bahwa limbah cair dari industri batik, seperti yang ada di Jetis Sidoarjo, bisa mempengaruhi siklus alami di bumi? Limbah ini sering mengandung bahan kimia berbahaya, seperti logam berat dan pewarna buatan, yang sulit terurai. Ketika limbah tersebut masuk ke sungai, bahan kimia ini bisa mengganggu siklus alami, seperti siklus karbon, nitrogen, dan siklus air. Misalnya, beberapa bahan kimia dapat membunuh mikroorganisme yang hidup di air. Padahal, mikroorganisme ini sangat penting untuk menjaga siklus karbon tetap berjalan. Akibatnya, keseimbangan ekosistem terganggu, dan dampaknya bisa dirasakan hingga ke seluruh dunia.

Siklus karbon, nitrogen, dan air adalah bagian dari daur biogeokimia yang melibatkan pertukaran unsur kimia di alam. Daur biogeokimia adalah proses di mana unsur-unsur kimia berpindah melalui makhluk hidup dan kembali lagi ke lingkungan. Unsur-unsur seperti karbon, nitrogen, dan air sangatlah penting bagi kehidupan. Untungnya, unsur-unsur ini tidak akan habis karena terus mengalami daur ulang. Beberapa siklus penting yang mendukung kehidupan di bumi adalah siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus air. Dengan adanya daur biogeokimia, unsur-unsur yang diperlukan oleh semua makhluk hidup akan selalu tersedia di alam.

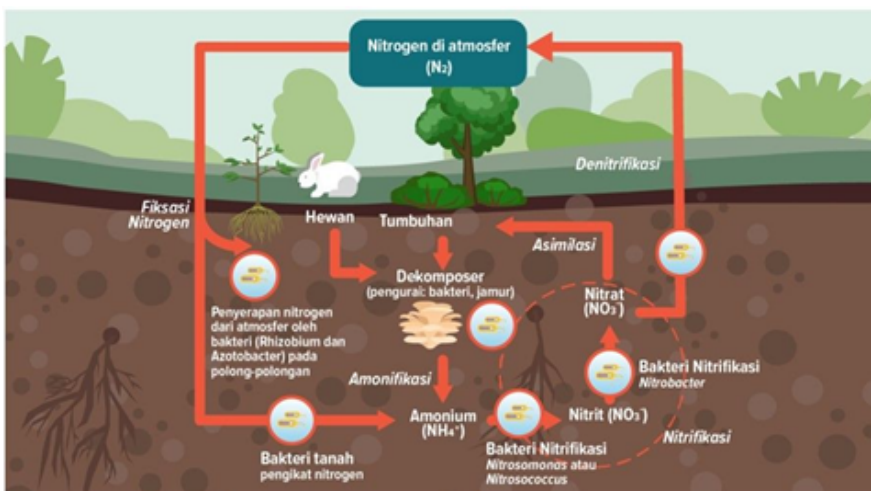
1. Siklus Karbon

Siklus karbon adalah proses perputaran karbon di bumi, yang dimulai dari atmosfer, masuk ke makhluk hidup, dan kembali lagi ke lingkungan. Karbon di atmosfer biasanya berbentuk gas karbon dioksida (CO_2). Tumbuhan menyerap karbon dioksida dari udara untuk melakukan fotosintesis dan menghasilkan makanan. Karbon kemudian masuk ke hewan ketika mereka memakan tumbuhan atau hewan lain. Ketika makhluk hidup bernapas, karbon dioksida dilepaskan kembali ke udara. Selain itu, karbon juga dilepaskan ke lingkungan saat makhluk hidup mati dan terurai. Dalam jangka waktu yang sangat lama, karbon dari makhluk hidup yang mati dapat berubah menjadi bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi. Ketika bahan bakar fosil ini dibakar, karbon dioksida kembali dilepaskan ke atmosfer.



Gambar 1.13 Siklus Karbon

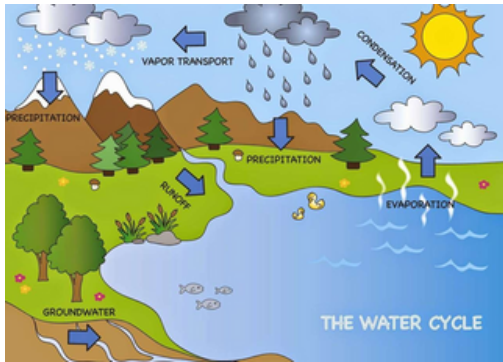
2. Siklus Nitrogen



Gambar 1.14 Siklus Nitrogen
Sumber: roboguru.ruangguru.com

Siklus nitrogen melibatkan proses pengubahan nitrogen dari udara menjadi bentuk yang bisa digunakan oleh makhluk hidup. Meskipun nitrogen merupakan bagian terbesar dari atmosfer (sekitar 78%), gas nitrogen (N_2) tidak dapat langsung digunakan oleh kebanyakan organisme. Proses yang disebut fiksasi nitrogen dilakukan oleh bakteri tertentu yang mengubah nitrogen gas menjadi amonia (NH_3) atau nitrat (NO_3^-), yang dapat diserap oleh tanaman. Tanaman yang mengandung nitrogen kemudian dimakan oleh hewan. Setelah hewan dan tanaman mati, proses dekomposisi akan mengembalikan nitrogen ke tanah dalam bentuk amonia. Selanjutnya, bakteri denitrifikasi akan mengubah amonia kembali menjadi nitrogen gas, yang kemudian dilepaskan ke atmosfer, sehingga siklus ini dapat terus berlanjut.

3. Siklus Air



Gambar 1.15 Siklus Air

Sumber: *budaya.jogjapro.go.id*

Siklus air, atau siklus hidrologi, adalah perputaran air di bumi yang berlangsung terus-menerus. Siklus ini dimulai ketika air yang ada di permukaan bumi, seperti di laut, sungai, atau danau, menguap akibat panas matahari yang disebut dengan evaporasi. Uap air yang terbentuk kemudian naik ke atmosfer dan mengalami kondensasi untuk membentuk awan. Ketika awan menjadi cukup berat, air akan turun kembali ke bumi dalam bentuk hujan, salju, atau es, yang disebut presipitasi. Air yang turun akan mengalir ke sungai, danau, atau meresap ke dalam tanah sebagai air tanah. Sebagian air ini digunakan oleh makhluk hidup, sementara sebagian lainnya kembali ke laut. Selain itu, tanaman juga mengeluarkan uap air ke atmosfer melalui proses transpirasi. Setelah itu, air kembali menguap dan siklus ini terulang lagi.



Mari Mencoba!

Aktivitas 1.4

Tujuan:

Menganalisis bagaimana perubahan dalam ekosistem dapat mempengaruhi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya.

Alat dan Bahan:

- Gelas Plastik 3 Buah
- Indikator Universal 3 Kertas
- Air kran 100 mL
- Air selokan 100 mL
- Air limbah batik 100 mL
- Ikan ukuran kecil 3 ekor
- Stopwatch 1 buah

Cara Kerja:

1. Siapkan alat dan bahan
2. Beri label A, B, dan C pada masing-masing gelas plastik
3. Masukkan air kran pada gelas A, air selokan pada gelas B, dan air limbah batik pada gelas C.
4. Amatilah warna, bau, dan endapan dari masing-masing gelas plastik. Catatlah hasil pengamatan kalian dalam tabel yang disediakan!
5. Masukkan ikan kedalam masing-masing gelas. Amatilah apa yang terjadi pada ikan setiap periode 1 menit, 5 menit, dan 10 menit.
6. Catat hasil pengamatan dalam tabel dibawah ini!



Tabel 1.1 Data Hasil Pengamatan

Sampel	Karakteristik Sampel				Keadaan Ikan		
	Bau	Warna	Endapan	pH	1 Menit	5 Menit	10 Menit
Gelas A							
Gelas B							
Gelas C							

Diskusikan dengan kelompokmu!

1. Berdasarkan hasil percobaan, manakah air yang tergolong tercemar? Apa saja ciri-ciri yang menunjukkan jika air tersebut tercemar? Jelaskan!
2. Berdasarkan hasil percobaan, jelaskan bagaimana pengaruh air tercemar terhadap kondisi pergerakan ikan?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan? ■



Ayo Refleksi Diri Kalian!

Sebelum melanjutkan ke sub bab berikutnya, penting untuk merenungkan beberapa pertanyaan berikut:

1. Apakah kalian sudah benar-benar memahami apa itu ekosistem? Apakah kalian mengerti bagaimana interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan berlangsung?
2. Diskusikan dengan teman dan guru untuk memperdalam pemahaman kalian tentang materi ini. Kalian juga bisa mencari informasi tambahan dari sumber belajar lain. Ayo semangat untuk mempelajari materi selanjutnya!

E. Peran Ekosistem Dalam Kehidupan

Ekosistem memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup di bumi, termasuk manusia. Ekosistem adalah tempat dimana berbagai organisme hidup dan saling berinteraksi dengan lingkungan fisiknya, seperti tanah, air, udara, dan iklim. Berikut adalah beberapa peran ekosistem dalam kehidupan:

1. **Penyedia Sumber Daya Alam:** Ekosistem menyediakan berbagai sumber daya alam yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, seperti air, oksigen, makanan, dan bahan-bahan lain yang penting untuk kelangsungan hidup.
2. **Menjaga Keseimbangan Alam:** Ekosistem membantu menjaga keseimbangan alam melalui siklus biogeokimia, seperti siklus karbon, nitrogen, dan air. Proses-proses ini memastikan bahwa unsur-unsur penting tetap tersedia dan tidak habis.
3. **Penyaring Polusi:** Ekosistem juga berperan dalam menyaring polusi. Tanaman, misalnya, dapat menyerap karbon dioksida dari udara dan mengeluarkan oksigen, sementara tanah dan air membantu menyaring bahan-bahan berbahaya.
4. **Menjaga Keanekaragaman Hayati:** Ekosistem mendukung berbagai jenis kehidupan dan memastikan kelangsungan spesies melalui hubungan saling bergantung antara organisme. Keanekaragaman hayati ini penting untuk stabilitas ekosistem dan keberlanjutan hidup.
5. **Penyedia Habitat:** Ekosistem menyediakan tempat tinggal bagi berbagai organisme. Tanpa ekosistem yang sehat, banyak spesies akan kehilangan tempat tinggal dan makanan, yang bisa menyebabkan penurunan populasi atau kepunahan.



Gambar 1.16 Taman Hutan Raya
Sumber: jurnalbumi.com



Gambar 1.17 Hutan Mangrove
Sumber: arakhita.com

F. Peran Manusia Terhadap Lingkungan Ekosistem

Sebagai makhluk yang hidup di bumi, manusia memiliki banyak pengaruh terhadap lingkungan di sekitarnya. Aktivitas manusia yang terus berkembang dapat memengaruhi keseimbangan alam, yang sering kali mengarah pada kerusakan habitat alami dan pencemaran lingkungan. **Coba diskusikan dengan teman sekelasmu, bagaimana tindakan manusia dapat merusak habitat alami dan menyebabkan pencemaran yang mengganggu suatu ekosistem?**

1. Kerusakan Habitat

Habitat adalah tempat tinggal bagi berbagai makhluk hidup, seperti hutan, sungai, atau terumbu karang. Manusia sering merusak habitat-habitat ini untuk kepentingan pembangunan, seperti membangun gedung, jalan, atau pertanian. Ketika hutan ditebang untuk membuka lahan, banyak hewan yang kehilangan tempat tinggalnya. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya jumlah spesies hewan dan tumbuhan, bahkan bisa menyebabkan kepunahan bagi beberapa spesies yang tidak dapat bertahan hidup di tempat lain.



Gambar 1.18 Penebangan Pohon di Hutan Menyebabkan Kerusakan Habitat

Sumber: pid.kepri.polri.go.id



Gambar 1.19 Sungai Tercemar dan Terdapat Emisi Gas dari Pabrik Industri. Sumber: umsu.ac.id

Selain itu, kegiatan manusia yang menyebabkan perubahan iklim, seperti polusi udara dan pemanasan global, juga dapat merusak habitat alami. Misalnya, suhu yang semakin panas dapat mempengaruhi kehidupan hewan dan tumbuhan yang hanya bisa hidup di suhu tertentu. Kerusakan habitat ini dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem dan mengancam keberadaan makhluk hidup di dalamnya.

2. Pencemaran

Pencemaran terjadi ketika bahan-bahan berbahaya masuk ke dalam lingkungan, seperti udara, air, atau tanah. Pencemaran ini sering disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, seperti membuang sampah sembarangan, menggunakan bahan kimia berbahaya, atau emisi gas dari kendaraan dan pabrik. Salah satu jenis pencemaran adalah pencemaran udara, yang terjadi ketika gas-gas berbahaya seperti karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_2), dan nitrogen oksida (NO_x) dilepaskan ke atmosfer. Gas-gas ini dapat menyebabkan polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan, serta berkontribusi pada pemanasan global yang mengubah iklim bumi.

Selain pencemaran udara, ada juga pencemaran air yang terjadi ketika limbah berbahaya, seperti minyak, plastik, dan bahan kimia, dibuang ke sungai, danau, atau laut. Pencemaran ini dapat merusak ekosistem perairan dan membuat air menjadi kotor, sehingga tidak bisa digunakan oleh manusia dan hewan. Selain itu, pencemaran air dapat membunuh organisme yang hidup di dalamnya, seperti ikan dan tanaman air. Pencemaran tanah juga menjadi masalah ketika sampah dan bahan kimia berbahaya dibuang sembarangan. Hal ini dapat merusak kualitas tanah dan membuatnya tidak cocok untuk pertumbuhan tanaman, serta mencemari sumber air yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan hewan.

Bagaimana Cara Mengatasi Masalah Diatas?



Problem Solving!

Tuliskan solusi yang ingin kalian ajukan di kolom ini!



Rangkuman!

1. Ekosistem adalah kesatuan fungsional yang terbentuk dari interaksi antara makhluk hidup (komponen biotik) dan lingkungan tidak hidup (komponen abiotik) yang saling mempengaruhi dan menciptakan keseimbangan yang penting untuk kelangsungan hidup berbagai organisme.
2. Komponen abiotik mencakup elemen-elemen tak hidup yang mempengaruhi kehidupan, seperti air, tanah, suhu, cahaya matahari, udara, dan topografi.
3. Komponen biotik terdiri dari semua makhluk hidup dalam ekosistem, yang dibagi menjadi produsen (organisme yang membuat makanan sendiri), konsumen (organisme yang bergantung pada produsen atau konsumen lain untuk makanan), dan pengurai (organisme yang menguraikan sisa-sisa makhluk hidup).
4. Interaksi dalam ekosistem dapat terjadi antara faktor biotik dan abiotik, serta antar makhluk hidup. Jenis interaksi ini termasuk kompetisi, predasi, herbivori, dan simbiosis, yang semuanya berkontribusi pada keseimbangan ekosistem.
5. Ekosistem memiliki peran penting dalam menyediakan sumber daya alam, menjaga keseimbangan alam, menyaring polusi, mendukung keanekaragaman hayati, dan menyediakan habitat bagi berbagai organisme



Mari Mengevaluasi!

Aktivitas 1.5

Kerjakan soal berikut di buku tugasmu!

Industri batik di Jetis, Sidoarjo, menghasilkan limbah cair yang mengandung BOD 542 mg/L dan COD 1043 mg/L, jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan. Menurutmu, apakah praktik pembuangan limbah ini dapat dibenarkan dari sudut pandang ekologi? Jelaskan penilaianmu dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap ekosistem perairan dan kehidupan organisme di dalamnya!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Proyek Akhir Bab!

Aktivitas 1.6

DAMPAK LIMBAH TERHADAP EKOSISTEM

Pada bab ini, kalian telah mempelajari berbagai aspek ekosistem, termasuk hubungan antara organisme hidup dan lingkungan tempat mereka tinggal. Setelah memahami konsep dasar ekosistem, kalian akan mengeksplorasi bagaimana aktivitas manusia dapat mengganggu keseimbangan alam. Dalam proyek akhir ini, kalian akan mengaitkan pengetahuan yang telah dipelajari tentang ekosistem dengan masalah nyata yang ada di sekitar kita, yaitu pencemaran sungai akibat limbah batik. Tugas ini akan mengajak kalian untuk menganalisis dampak limbah batik terhadap ekosistem dan menyusun peta konsep yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dari masalah tersebut.



Gambar 1.20 Sungai Tercemar Limbah Batik. **Sumber:** Solopos.com

Langkah Kegiatan:

1. Lakukan studi literatur mengenai dampak limbah batik terhadap ekosistem sungai. Sumber informasi dapat diperoleh melalui buku, artikel, jurnal, atau sumber internet lain.
2. Carilah informasi mengenai:
 - Limbah yang dihasilkan industri batik dan dampak limbah batik tersebut terhadap kualitas air, tanah, tanaman, dan hewan di ekosistem sungai.
 - Hubungan sebab-akibat yang terjadi akibat pencemaran limbah batik.
3. Buatlah peta konsep di buku tugasmu yang menghubungkan berbagai elemen dalam ekosistem sungai (air, tanah, tanaman, hewan) dengan dampak limbah batik.
4. Peta konsep harus mencakup hubungan sebab-akibat seperti:
 - Limbah batik mencemari tanah -> Menurunkan kualitas tanah -> Menghambat pertumbuhan tanaman.
5. Presentasikan hasil peta konsep kalian di depan kelas.
6. Setelah presentasi, teman kelas yang lain dapat memberikan masukan atau pertanyaan terkait peta konsep yang dipresentasikan.



Ayo Refleksi Diri Kalian!

Setelah menyelesaikan proyek ini, refleksikan proses pengerjaan yang telah kalian lakukan:

1. Apa saja pencapaian yang telah kalian raih selama pengerjaan proyek ini?
2. Apakah ada aspek tertentu yang menurut kalian perlu diperbaiki atau ditingkatkan?
3. Apa hal baru yang kalian pelajari dari proses pengerjaan proyek ini?
4. Sikap apa saja yang kalian kembangkan selama menyelesaikan tugas ini? Jelaskan secara rinci!



BAB II

Pencemaran Air

Hasil yang harus kamu capai:

- Dapat merancang upaya-upaya mencegah dan mengatasi pencemaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- Mampu menganalisis keterkaitan antara penyebab pencemaran dan dampaknya terhadap lingkungan
- Mampu menyusun solusi yang inovatif dan realistis untuk mengurangi pencemaran air

Pernahkah kalian mendengar tentang kampung batik di Jetis Sidoarjo? Di sana adalah tempat produksi batik terkenal di Sidoarjo, banyak pengrajin membuat batik dengan proses yang cukup panjang. Tapi, tahukah kalian bahwa selain menghasilkan batik yang indah aktivitas tersebut juga menghasilkan limbah, dan ternyata limbah tersebut dibuang langsung oleh pengrajin ke sungai lewat selokan rumah tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

- Menurut kalian, apakah limbah tersebut bisa mempengaruhi kehidupan makhluk hidup di dalam sungai?
- Jika iya, apa dampaknya bagi hewan dan tumbuhan yang ada di sungai?

Kata Kunci:

A. Pencemaran Air

B. Limbah Batik Jetis Sidoarjo



A. Pencemaran

Limbah dari industri batik di Jetis menjadi salah satu masalah di daerah Sidoarjo, Jawa Timur yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah tersebut mengandung berbagai bahan kimia berbahaya yang jika dibuang sembarangan tanpa pengolahan yang tepat dapat mencemari lingkungan dan merusak ekosistem. Sekarang, mari kita cari tahu indikasi-indikasi yang dapat menunjukkan bahwa limbah batik ini mencemari lingkungan. Untuk mengetahui jawabannya, lakukan kegiatan berikut:



Mari Analisis!

Aktivitas 2.1

Baca dengan seksama bacaan yang telah disediakan, dan jawab pertanyaannya!



Gambar 2.1 Limbah dari Proses Pewarnaan dan Pencucian Batik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Limbah batik yang dihasilkan dari proses pewarnaan dan pencucian kain mengandung berbagai bahan kimia berbahaya, seperti logam berat dan pewarna sintetik. Indikasi pencemaran lingkungan dapat terlihat dari perubahan kualitas air di sekitar area pembuangan limbah. Misalnya, ketika limbah ini dibuang ke sungai, air yang awalnya jernih bisa berubah warna menjadi keruh atau bahkan berwarna mencolok akibat pewarna yang terkandung dalam limbah. Selain itu, bau tidak sedap yang muncul dari limbah cair juga menjadi tanda bahwa bahan kimia berbahaya telah mencemari lingkungan. Perubahan ini dapat mempengaruhi kehidupan akuatik, seperti ikan dan mikroorganisme, yang sangat bergantung pada kualitas air untuk bertahan hidup.

Selain dampak langsung terhadap kualitas air, limbah batik juga dapat mengganggu siklus biogeokimia di ekosistem. Mikroorganisme yang berperan penting dalam proses dekomposisi dan siklus karbon dapat mati akibat paparan bahan kimia beracun dalam limbah tersebut. Kehilangan mikroorganisme ini mengganggu proses alami yang seharusnya mengembalikan nutrisi ke tanah dan air, sehingga mengakibatkan ketidakseimbangan ekosistem. Dengan demikian, pencemaran yang disebabkan oleh limbah batik tidak hanya berdampak pada kualitas air tetapi juga merusak interaksi kompleks dalam daur biogeokimia yang mendukung kehidupan di bumi.

Sumber: Purwaningrum, S. I., & Yuliani, F. (2024).

1. Berdasarkan berita/bacaan yang telah kalian baca, apa saja indikasi yang menunjukkan bahwa limbah batik tersebut mencemari lingkungan?

Tuliskan jawabanmu di buku tugas dan kumpulkan kepada bapak atau ibu guru!

Berdasarkan indikasi-indikasi yang ditunjukkan, limbah batik termasuk dalam salah satu contoh dari pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi ketika makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain masuk ke dalam lingkungan dan menyebabkan kualitas lingkungan menurun. Hal ini membuat lingkungan tidak dapat berfungsi dengan baik, seperti menyediakan udara bersih, air yang sehat, dan tanah yang subur. Pencemaran dapat disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti industri, pertanian, dan transportasi, atau bisa juga berasal dari fenomena alam, seperti letusan gunung berapi atau kebakaran hutan. Terdapat tiga jenis pencemaran lingkungan yang paling umum yaitu pencemaran udara, pencemaran tanah, dan pencemaran air.

- **Pencemaran Udara** terjadi ketika bahan kimia berbahaya, seperti karbon dioksida (CO_2) dan sulfur dioksida (SO_2), dilepaskan ke atmosfer, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti masalah pernapasan, serta berkontribusi pada pemanasan global. Di industri batik, meskipun lebih sering mencemari air dan tanah, proses produksi batik juga dapat menyebabkan pencemaran udara melalui bau menyengat dan partikel berbahaya yang terlepas ke udara.
- **Pencemaran Tanah** terjadi ketika bahan kimia berbahaya atau sampah dibuang sembarangan ke tanah, merusak kualitasnya dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Limbah batik, yang mengandung logam berat dan bahan kimia, bisa merusak struktur tanah, mengurangi kesuburannya, dan mencemari sumber air tanah yang digunakan manusia.
- **Pencemaran Air** terjadi ketika limbah berbahaya, seperti pewarna sintesis dan logam berat dari industri batik, dibuang ke dalam sumber air tanpa pengolahan yang tepat. Hal ini dapat mengubah warna air, menghasilkan bau tidak sedap, dan menurunkan kadar oksigen dalam air, yang mengganggu kehidupan organisme perairan dan keseimbangan ekosistem.

B. Pencemaran Air dan Sumber Pencemarannya

Pencemaran air diatur dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang mencakup perlindungan dan pengelolaan mutu air, udara, dan laut. Pencemaran air terjadi ketika air tercemar atau terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya atau polutan, baik yang berasal dari aktivitas manusia maupun faktor alam. Pencemaran ini dapat terjadi di berbagai sumber air, seperti sungai, danau, dan laut, dan menyebabkan perubahan kualitas air yang berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Air dikatakan tercemar jika ada perubahan pada sifat-sifat air, seperti warna, bau, derajat keasaman (pH), dan rasa. Dengan kata lain, air tercemar apabila sifat-sifatnya sudah menyimpang dari keadaan normalnya.



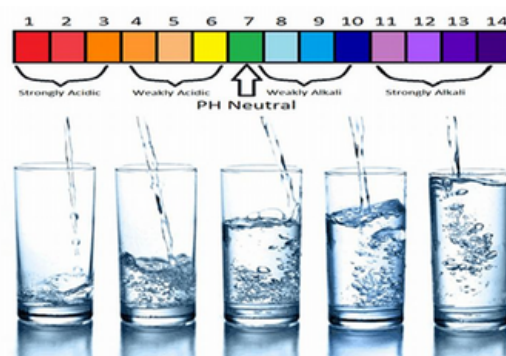
Gambar 2.2 Pencemaran Air. Sumber: *kompas.com*

Berikut adalah beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur pencemaran air yang terbagi dalam tiga kategori:

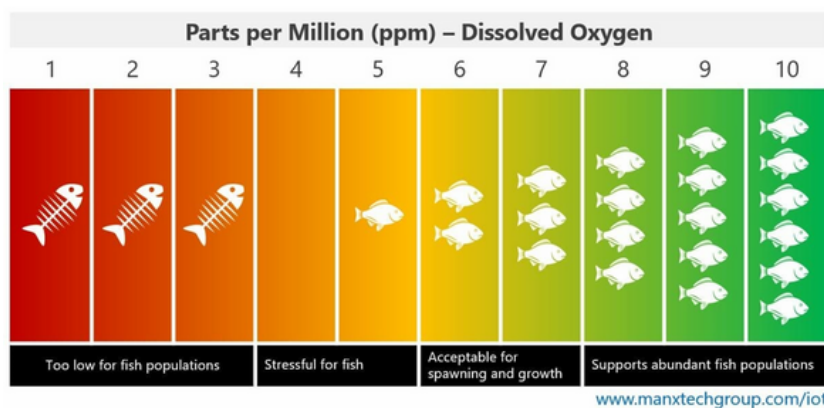
Tabel 2.1 Parameter untuk Mengukur Pencemaran Air

Jenis Parameter	Pengamatan Kualitas Air
Dari Segi Fisika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Air tidak berwarna 2. Air tidak berasa 3. Air tidak berbau
Dari Segi Kimia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsentrasi pH 2. Kadar oksigen terlarut
Dari Segi Biologi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kandungan mikroorganisme di dalam air

Pencemaran air adalah masalah serius yang dapat diukur dengan berbagai parameter seperti Parameter fisika untuk mengukur sifat-sifat fisik air, seperti warna, bau, dan rasa. Misalnya, perubahan warna atau bau air dapat menunjukkan adanya bahan kimia atau limbah yang mencemari air. Sementara itu, parameter kimia mengukur kandungan zat-zat kimia dalam air, seperti pH dan kadar oksigen terlarut. pH air yang baik untuk dikonsumsi berkisar antara 6,5 hingga 8,5, sedangkan kadar oksigen terlarut yang ideal adalah antara 5 hingga 7 mg/L. Kadar oksigen yang rendah, di bawah 3 mg/L, dapat mengindikasikan pencemaran organik yang berbahaya bagi kehidupan akuatik.



Gambar 2.3 pH Air pada Air Minum
Sumber: *alatuji.com*



Gambar 2.4 Tingkat Oksigen Terlarut untuk Ikan/Kehidupan Akuatik
Sumber: *regalsprings.co.id*



Informasi IPA!



Menurut *Environmental Protection Agency (EPA)*, pH air yang baik untuk dikonsumsi berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Air dengan pH dibawah 6,5 dianggap asam dan dapat menyebabkan rasa tidak enak serta potensi korosi pada peralatan perpipaan. Sebaliknya, air dengan pH di atas 8,5 dapat menunjukkan sifat basa yang mungkin tidak nyaman bagi sebagian orang. Sementara pH untuk Mandi standar pH air yang aman juga berada dalam rentang 6,5 hingga 9,0. Ini memastikan bahwa air tidak terlalu asam atau basa, yang penting untuk menjaga kesehatan kulit.

Kadar oksigen terlarut yang ideal dalam air bersih berkisar antara 5 hingga 7 mg/l pada suhu 25-27°C. Kadar DO yang lebih rendah dari 3 mg/l menunjukkan pencemaran berat dan dapat mengancam kehidupan biota perairan seperti ikan. Kadar DO yang tinggi biasanya menunjukkan kualitas air yang baik. Dampak Pencemaran: Jika kadar DO turun di bawah 3 mg/l, perairan tersebut berisiko mengalami kematian massal pada ikan dan organisme lainnya.

I. Sumber Pencemaran Air: Kontaminan Langsung

Sumber ini terjadi ketika bahan pencemar langsung dibuang ke air, seperti sungai, danau, atau laut, tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Contohnya:

- Limbah industri: Limbah cair dari pabrik yang mengandung bahan kimia berbahaya, logam berat, atau pewarna sintetis.
- Limbah rumah tangga: Sampah atau air kotor dari rumah tangga yang dibuang ke saluran air tanpa pengolahan.
- Tumpahan minyak: Minyak yang tumpah ke laut atau sungai dapat mencemari air dan membahayakan makhluk hidup.

Contoh nyata di Jetis, Sidoarjo, adalah limbah cair dari industri batik. Limbah ini sering dibuang langsung ke sungai atau saluran air tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah tersebut mengandung pewarna sintetis dan bahan kimia berbahaya yang dapat mengubah warna air menjadi tidak alami, seperti merah atau biru. Selain itu, limbah ini juga mengurangi kadar oksigen dalam air, sehingga ikan dan makhluk hidup lainnya kesulitan bertahan hidup.



Gambar 2.5 Pencemaran Air Akibat Limbah Industri Batik. **Sumber:** Dokumentasi Pribadi (2025)



Gambar 2.6 Pencemaran Air Akibat Limbah Rumah Tangga. **Sumber:** toyaartasejahtera.net

2. Sumber Pencemaran Air: Kontaminan Tidak Langsung

Sumber ini terjadi ketika bahan pencemar tidak langsung masuk ke air, tetapi terbawa oleh aliran air setelah melalui proses tertentu. Contohnya:

- Pertanian: Pupuk dan pestisida yang digunakan di ladang bisa terbawa air hujan ke sungai atau danau.
- Erosi tanah: Tanah yang terkikis oleh air hujan membawa lumpur dan bahan organik ke sungai, sehingga kualitas air menurun.
- Polusi udara: Hujan asam yang terbentuk dari polusi udara membawa bahan kimia berbahaya ke dalam air.

Di industri batik daerah Jetis Sidoarjo, bahan kimia yang digunakan dalam proses pembuatan batik juga dapat mencemari lingkungan secara tidak langsung. Misalnya, jika bahan kimia tersebut dibuang ke tanah tanpa pengolahan, air hujan dapat melarutkan bahan kimia tersebut dan membawanya masuk ke sungai atau saluran air di sekitarnya. Proses ini terjadi secara bertahap, tetapi dampaknya dapat mencemari air dalam jangka panjang, merusak ekosistem perairan, dan mengganggu kehidupan makhluk hidup di sekitarnya.



Gambar 2.7 Bahan Kimia yang digunakan dalam pewarnaan batik. **Sumber:** fitinline.com



Gambar 2.8 Penggunaan Pestisida Kimia dalam Aktivitas Bertani. **Sumber:** mertani.co.id



Mari Berburu Literatur!

Aktivitas 2.2

Untuk menambah pengetahuanmu tentang pencemaran air, bacalah buku-buku referensi lain. Misalnya, buku yang berjudul *Pencemaran Air*, karya Ranno Marlany Rachman, Renny Jame Betaybun, dan kawan-kawan yang diterbitkan oleh CV. Tohar Media. Setelah membaca buku tersebut, catatlah materi yang belum kamu pahami dalam buku tugasmu. Lalu, diskusikan dengan teman-temanmu mengenai materi tersebut!

C. Faktor Penyebab Pencemaran Air

Pencemaran air bisa disebabkan oleh berbagai faktor. Berikut adalah beberapa penyebab utama pencemaran air yang perlu kita ketahui:



Mari Bermain!

Setelah mempelajari materi, ujlilah pemahamanmu melalui sebuah kuis berikut:

<https://wordwall.net/resource/97826466>

Setelah selesai, lihat skor yang kamu peroleh dan coba refleksikan bagian mana yang sudah kamu kuasai dan bagian mana yang perlu dipelajari kembali.



Informasi IPA!



Gambar 2.9 *Blooming Algae*
Sumber: mediatani.co

Blooming algae adalah fenomena yang terjadi ketika jumlah alga yang berada di perairan melebihi jumlah maksimum. Pada kondisi tersebut jumlah alga yang tidak dapat dikendalikan lagi akan menciptakan racun yang berbahaya. Di mana racun yang dihasilkan dapat membahayakan bagi pertumbuhan ikan ataupun biota air lainnya.

1. Limbah Industri

Limbah dari pabrik sering mengandung zat berbahaya. Limbah ini harus dicegah agar tidak dibuang ke sungai atau saluran umum. Limbah dari pabrik bisa berupa limbah organik yang berbau, seperti dari pabrik tekstil atau kertas. Ada juga limbah anorganik, seperti cairan panas, berbuih, dan berwarna, yang mengandung zat berbahaya seperti asam belerang dan memiliki bau menyengat. Contohnya limbah dari pabrik baja, emas, cat, pupuk, dan obat-obatan.

2. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga berasal dari kegiatan sehari-hari di rumah, pasar, kantor, hotel, dan restoran. Limbah ini bisa berupa sisa makanan, kulit buah, kertas, dan bahan-bahan lain yang bisa diuraikan oleh mikroorganisme. Namun, ada juga limbah anorganik seperti plastik, kaca, dan kaleng yang sulit diuraikan. Beberapa limbah rumah tangga juga mengandung bahan berbahaya seperti minyak wangi atau cat bekas. Jika limbah ini dibuang sembarang, tentu dapat mencemari air.

3. Limbah Pertanian

Kegiatan pertanian juga dapat menyebabkan pencemaran air, terutama karena penggunaan pupuk dan pestisida. Jika pupuk digunakan terlalu banyak, sisa pupuk yang tidak terserap tanaman akan terbawa oleh air hujan menuju sungai, kolam, atau danau terdekat. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan ganggang yang berlebihan (*blooming algae*) di permukaan air, yang menghalangi sinar matahari masuk. Akibatnya, proses fotosintesis di dalam air terganggu dan kadar oksigen menurun. Hal ini tentu merugikan kehidupan makhluk hidup di dalam air.



Amati video berikut ini!



Sumber: youtube.com/Seputar iNews RCTI

Selengkapnya kunjungi link berikut:

https://youtu.be/nu_vWBKs_Bo?si=iHGzicfNxr9zYs-G

Setelah menonton video di atas, pahami fenomena berikut ini!

Fenomena:

Batik merupakan seni yang kaya akan keindahan motif dan makna filosofis yang mendalam, menjadikannya sebagai warisan budaya yang sangat berharga. Di Sidoarjo, Jawa Timur, tradisi batik ini masih terus berkembang dan menjadi bagian penting dari identitas budaya lokal. Namun, di balik keindahan yang dihasilkan, industri batik di Jetis, Sidoarjo, juga menghadapi tantangan serius terkait dampak lingkungan. Proses pewarnaan dalam industri batik menghasilkan limbah cair yang signifikan, yang mengandung zat warna tinggi dan bahan kimia sintetik yang sulit terurai. Sekitar 95% dari zat warna yang digunakan dalam proses ini dibuang sebagai limbah, sementara hanya 5% yang terserap oleh kain.

Limbah cair ini berpotensi mencemari lingkungan, terutama perairan, dengan meningkatkan kadar BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dan padatan tersuspensi (TSS) dalam air. Jika kadar ini melebihi ambang batas yang ditetapkan, dapat menyebabkan kematian organisme perairan dan menurunkan kualitas lingkungan secara keseluruhan. Meskipun senyawa zat warna dapat terdekomposisi secara alami oleh cahaya matahari, proses ini berlangsung lambat, sehingga pencemaran yang diakibatkan oleh limbah cair industri batik semakin parah.

Pertanyaan:

1. Apa variabel bebas dan variabel terikat dari fenomena di atas?
2. Apa hipotesis yang dapat kamu rumuskan dari fenomena ini?
3. Apa saja faktor yang menyebabkan pencemaran air akibat limbah batik? Dan bagaimana interaksi antar faktor tersebut?
4. Apa dampak pencemaran air ini terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar?
5. Apa solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi pencemaran air akibat limbah cair industri batik?

Kerjakan dalam buku tugasmu dan kumpulkan pada bapak/ibu guru!

D. Dampak Pencemaran Air

Pencemaran air memiliki berbagai dampak negatif yang dapat mempengaruhi lingkungan dan kesehatan manusia. Berikut adalah beberapa dampak utama dari pencemaran air:

1. Penurunan Kualitas Lingkungan

Pembuangan bahan tercemar langsung ke dalam perairan dapat menyebabkan pencemaran yang serius. Misalnya, jika limbah organik dibuang ke sungai atau danau, hal ini dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme dan kesuburan tanaman air. Akibatnya, cahaya matahari sulit masuk ke dalam air, yang menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut. Penurunan kadar oksigen ini mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, yang dapat merugikan berbagai makhluk hidup di dalamnya.

2. Gangguan Kesehatan

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai penyakit. Air tersebut mungkin mengandung virus dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Selain itu, air limbah sering menjadi tempat berkembang biak nyamuk dan lalat, yang dapat menyebarkan penyakit seperti demam berdarah dan diare.

3. Pemekatan Hayati

Bahan beracun dari limbah dapat masuk ke tubuh alga atau mikroorganisme kecil di air. Hewan kecil seperti zooplankton memakan alga tersebut, lalu ikan kecil memakan zooplankton, dan ikan besar memakan ikan kecil. Ketika manusia mengonsumsi ikan besar ini, bahan beracun yang terkumpul di tubuh ikan juga akan masuk ke tubuh manusia. Semakin banyak ikan kecil yang dimakan oleh ikan besar, semakin banyak racun yang terkumpul. Jika manusia memakan ikan besar yang sudah terkontaminasi, hal ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan.



Informasi IPA!



“Korban Pencemaran Limbah PT Medco Mulai Menimpa Perempuan dan Anak”



Gambar 2.10 Korban Pencemaran Limbah Industri di Aceh
Sumber: walhiaceh.or.id

Pada Januari 2023, di Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh, terjadi kasus pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan anak-anak. Pencemaran ini diduga berasal dari limbah yang dihasilkan oleh PT Medco E&P Malaka, sebuah perusahaan yang bergerak di sektor minyak dan gas. Akibatnya, beberapa anak mengalami gejala seperti lemas, pusing, mual, dan muntah. Salah satu kasus menimpa anak berusia 2 tahun dari Gampong Alue Patong yang harus dirujuk ke Rumah Sakit Zubir Mahmud di Idi karena kondisinya yang memburuk. Selain itu, warga juga melaporkan penurunan kualitas air bersih yang menyebabkan penyakit kulit seperti gatal-gatal. Kondisi ini telah mengganggu aktivitas sehari-hari dan perekonomian warga setempat.

Selengkapnya kunjungi website berikut:

<https://walhiaceh.or.id/2023/01/11/korban-pencemaran-limbah-pt-medco-mulai-menimpa-perempuan-dan-anak/>



Mari Mencoba!

Aktivitas 2.4

MELAKUKAN PROSES PENJERNIHAN AIR

Tujuan:

Merancang upaya mencegah pencemaran lingkungan serta mengurangi dampak perubahan iklim melalui sistem filtrasi sederhana.

Alat dan Bahan:

- Botol plastik air mineral ukuran 1 L yang sudah dilubangi
- Gelas Beaker/Gelas Plastik
- Spons
- Kapas
- Sabut Kelapa
- Arang
- Ijuk
- Batu Kerikil
- Air Limbah

Cara Kerja:

1. Siapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Buatlah alat penyaring sederhana dengan memasukkan bahan penyaring ke dalam botol dengan urutan seperti **Gambar 2.11**
3. Letakkan botol penyaring di atas gelas plastik.
4. Lakukan penjernihan air dengan menuangkan air kolam yang telah disediakan ke dalam botol penyaring. Tunggu beberapa saat dan amati yang terjadi.
5. Bandingkan karakteristik air kolam sebelum dan sesudah penjernihan kemudian catat hasilnya di dalam tabel berikut berdasarkan hasil pengamatan.



Gambar 2.11 Alat Penyaring Air Sederhana

Sumber: mimbaruntan.com

Diskusikan dengan Kelompokmu!

1. Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, bagaimana keadaan air sebelum dijernihkan dan sesudah dijernihkan?
2. Apa fungsi dari setiap bahan dalam alat penyaring tersebut?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan bahan penyaring alami terhadap kejernihan air yang telah terkontaminasi

Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Tabel 2.2 Penjernihan Air Menggunakan Alat Sederhana

No.	Karakteristik yang Diamati	Sebelum Penyaringan	Sesudah Penyaringan Pertama	Sesudah Penyaringan Kedua
1.	Warna			
2.	Bau			
3.	Endapan			



Ayo Refleksi Diri Kalian!

1. Kegiatan mana yang menurut kalian paling menyenangkan dalam materi ini? Apa alasannya?
2. Apakah kalian mengalami kesulitan saat memahami dampak limbah batik terhadap lingkungan?
3. Apakah kalian dapat memberikan solusi atau upaya untuk mengurangi dampak tersebut?

E. Upaya Menanggulangi Pencemaran Air

Pengolahan limbah memiliki tujuan untuk membersihkan air dari bahan-bahan yang mengotori, menguraikan zat organik yang bisa membusuk, membunuh bakteri penyebab penyakit, serta menjaga keindahan dan kelestarian lingkungan. Berikut beberapa cara pengolahan air limbah:

1. Pembuatan Kolam Stabilisasi

Kolam stabilisasi digunakan untuk mengolah air limbah secara alami. Dalam kolam ini, zat-zat pencemar dalam air limbah dinetralkan sebelum dialirkan ke sungai. Ada tiga jenis kolam stabilisasi yang sering digunakan:

- Kolam Anaerobik: Kolam ini mengolah air limbah tanpa oksigen, sehingga mikroorganisme yang ada dapat menguraikan bahan organik.
- Kolam Fakultatif: Kolam ini digunakan untuk mengolah air limbah yang mengandung bahan organik pekat. Di sini, proses penguraian terjadi baik dengan adanya oksigen maupun tanpa oksigen.
- Kolam Maturasi: Kolam ini berfungsi untuk memusnahkan mikroorganisme patogen yang berbahaya.

Kolam stabilisasi ini sangat bermanfaat karena biayanya yang paling ekonomis dan mudah digunakan oleh berbagai kalangan.



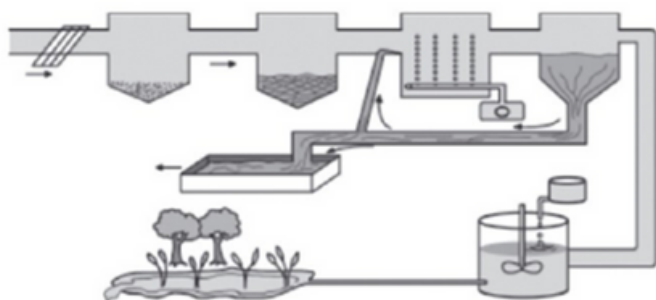
Gambar 2.12 Kolam Stabilisasi Limbah
Sumber: sodiqi.com

2. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

IPAL adalah sistem yang dirancang untuk mengolah air limbah yang dikumpulkan melalui sistem perpipaan sebelum dibuang ke lingkungan dengan menggunakan alat-alat khusus. Tujuan utama dari IPAL adalah untuk menghilangkan kontaminan, zat berbahaya, dan patogen dari air limbah sehingga tidak merusak ekosistem alam dan kesehatan manusia. Proses pengolahan ini dilakukan dalam tiga tahapan:

1. *Primary Treatment* (Pengolahan Pertama): Pada tahap ini, air limbah disaring untuk memisahkan zat padat dari zat cair menggunakan filter dan bak sedimentasi.
2. *Secondary Treatment* (Pengolahan Kedua): Di tahap ini, proses dilakukan untuk mengkoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilkan zat organik dalam limbah.
3. *Tertiary Treatment* (Pengolahan Lanjutan): Ini adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk menghilangkan nutrisi berlebih, seperti nitrat dan fosfat, serta menambahkan klorin untuk membunuh mikroorganisme patogen.

IPAL sangat efektif untuk mengolah limbah dalam jumlah besar, seperti di kawasan industri atau perkotaan.



Gambar 2.13 Instalasi Pengolahan Air Limbah
Sumber: Kesehatan Lingkungan/2005



Informasi IPA!

Salah satu teknologi yang digunakan dalam IPAL adalah *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), yang memungkinkan mikroorganisme untuk berkembang dan menguraikan bahan organik dalam air limbah. Teknologi ini sangat efektif dalam meningkatkan kualitas air, sehingga efluen yang dihasilkan dapat lebih bersih dan aman bagi lingkungan. Selain itu, sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) juga diterapkan untuk memantau dan mengendalikan proses pengolahan secara real-time, memungkinkan operator untuk mengambil keputusan yang cepat dan tepat dalam pengelolaan air limbah.



F. Prinsip 4R dalam Mengurangi Limbah

Untuk meminimalkan sampah dari limbah rumah tangga, kita dapat menerapkan prinsip ekologi yang dikenal dengan istilah 4R, yaitu:

- *Recycle* (Mendaur Ulang): *Recycle* adalah proses mendaur ulang barang-barang yang sudah tidak terpakai menjadi bahan baru. Ini termasuk pemisahan sampah anorganik seperti botol plastik, kertas, dan kaleng untuk didaur ulang.
- *Reuse* (Menggunakan Kembali): *Reuse* merujuk pada praktik menggunakan kembali barang-barang yang masih layak pakai alih-alih membuangnya. Contohnya termasuk menggunakan kembali kantong plastik untuk belanja atau memanfaatkan kaleng bekas sebagai pot tanaman. Ini membantu mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

- *Reduce* (Mengurangi): *Reduce* berarti mengurangi jumlah barang atau produk yang digunakan. Tujuannya adalah untuk mengurangi limbah yang dihasilkan, terutama barang-barang sekali pakai. Dengan mengurangi penggunaan barang, kita dapat mencegah penumpukan sampah yang dapat menceMari lingkungan.
- *Replace* (Mengganti): *Replace* berarti mengganti barang-barang sekali pakai dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Misalnya, mengganti kantong plastik biasa dengan kantong biodegradable atau menggunakan botol minuman yang dapat dipakai berulang kali. Ini bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan

Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, kita dapat membantu mengurangi pencemaran dan menjaga lingkungan tetap bersih dan sehat.

Apa Solusi Kalian untuk Mengatasi Pencemaran Air?



Problem Solving!

Tuliskan solusi yang ingin kalian ajukan di kolom ini!



Rangkuman!

1. Pencemaran lingkungan terjadi ketika makhluk hidup, zat, atau energi masuk ke dalam lingkungan dan menurunkan kualitasnya, yang dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri, pertanian, dan transportasi, serta fenomena alam.
2. Pencemaran udara disebabkan oleh pelepasan bahan kimia berbahaya seperti karbon dioksida (CO_2) dan sulfur dioksida (SO_2) ke atmosfer, yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan berkontribusi pada pemanasan global.
3. Pencemaran tanah terjadi ketika bahan kimia berbahaya atau sampah dibuang sembarangan.
4. Limbah dari industri batik, seperti pewarna sintetis dan logam berat, dapat mencemari sumber air, mengubah warna dan bau air, serta menurunkan kadar oksigen, yang berdampak negatif pada kehidupan organisme perairan.
5. Pengolahan limbah, seperti kolam stabilisasi dan instalasi pengolahan air limbah (IPAL), bertujuan untuk membersihkan air dari bahan pencemar sebelum dibuang ke lingkungan



Mari Mengevaluasi!

Aktivitas 2.5

Kerjakan soal-soal berikut di buku tugasmu!

Beberapa pelaku industri batik di Jetis membuang limbah langsung ke Sungai Jetis tanpa pengolahan, dengan alasan keterbatasan biaya dan pengetahuan. Apakah alasan tersebut dapat diterima secara sosial dan lingkungan? Berikan evaluasimu dengan mempertimbangkan tanggung jawab sosial dan dampak jangka panjang terhadap masyarakat sekitar!

.....

.....

.....

.....



Proyek Akhir Bab!

Aktivitas 2.6

ESAI ILMIAH MENGENAI PENCEMARAN AIR AKIBAT LIMBAH BATIK

Esai ilmiah adalah tulisan yang berisi pendapat atau analisis penulis terhadap suatu topik berdasarkan data dan fakta dari sumber yang dapat dipercaya. Tujuannya adalah untuk menjelaskan, menguraikan, atau mengevaluasi suatu masalah secara logis dan ilmiah. Setelah kalian belajar materi dalam bab ini, coba kalian lakukan kegiatan proyek berikut:

Petunjuk Umum:

1. Pilih salah satu dari dua artikel dalam link berikut:
 - bit.ly/Artikel_Esai_Ilmiyah
2. Baca dan pahami isi artikel tersebut.
3. Tulis esai ilmiah sederhana dalam buku tugasmu dengan struktur: Pendahuluan, Isi, dan Penutup. Masing-masing struktur terdiri dari 4-5 kalimat.
4. Gunakan informasi dari artikel yang kamu pilih sebagai dasar argumentasi dalam esai
5. Sertakan pendapat dan solusi kalian berdasarkan analisis pribadi.

Struktur Penulisan Esai:

1. Pendahuluan
 - Apa itu limbah batik?
 - Mengapa pencemaran air oleh limbah batik penting untuk dibahas?
 - Alasan mengapa kamu memilih artikel tersebut.
2. Isi
 - Ringkasan/Rangkuman isi artikel (fakta atau data)
 - Informasi penting dalam artikel yang kamu pilih
 - Pembahasan solusi atau upaya yang telah dilakukan berdasarkan artikel yang kamu pilih
3. Penutup
 - Kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan
 - Saran atau rekomendasi kamu untuk mengatasi pencemaran limbah batik dengan mempertimbangkan kondisi sosial dari masyarakat di sekitarnya.



Ayo Refleksi Diri Kalian!

Setelah menyelesaikan proyek ini, refleksikan proses pengerjaan yang telah kalian lakukan:

1. Pencapaian apa saja yang telah kalian capai selama pengerjaan proyek ini?
2. Apakah ada aspek tertentu yang menurut kalian perlu diperbaiki atau ditingkatkan?
3. Apa hal baru yang kalian pelajari dari proses pengerjaan proyek ini?
4. identifikasi keterampilan sosial dan spiritual yang telah kalian peroleh setelah mempelajari bab ini!





BAB III



Perubahan Iklim Akibat Pencemaran Air

Hasil yang harus kamu capai:

- Dapat merancang upaya-upaya mencegah dan mengatasi perubahan iklim

Setelah mempelajari bab ini, kamu harus mampu:

- Mampu merancang upaya menanggulangi dampak perubahan iklim

Perubahan iklim adalah fenomena global yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia, salah satunya adalah polusi yang dihasilkan oleh limbah industri, seperti limbah batik di Jetis, Sidoarjo. Limbah batik yang mengandung bahan kimia berbahaya dapat mencemari tanah dan air, yang pada gilirannya dapat memperburuk dampak perubahan iklim dengan meningkatkan emisi gas rumah kaca. Menurut kamu, bagaimana limbah industri, seperti limbah batik, dapat berkontribusi pada perubahan iklim?

Kata Kunci:

A. Perubahan Iklim

B. Limbah Batik Jetis Sidoarjo





A. Perubahan Iklim

Pernahkah kamu mendengar tentang dampak limbah industri terhadap alam? Di Jawa Timur, salah satu contoh yang bisa kita lihat adalah limbah batik yang dihasilkan di daerah Jetis, Sidoarjo. Limbah ini tidak hanya mencemari lingkungan sekitar, tetapi juga dapat mempengaruhi perubahan iklim secara global. Bagaimana bisa limbah batik yang tampaknya kecil itu berhubungan dengan isu yang begitu besar seperti perubahan iklim? Sebelum kamu memahami hubungan tersebut, coba lakukan kegiatan berpikir berikut ini!



Mari Berpikir!

Aktivitas 3.1

Perhatikan gambar-gambar dibawah ini!



Gambar 3.1 Proses pewarnaan batik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)



Gambar 3.2 Proses pencucian batik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)



Gambar 3.3 Limbah batik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

1. Berdasarkan gambar-gambar tersebut, bagaimana aktivitas yang ada dalam gambar tersebut dapat mempengaruhi perubahan iklim?

Tuliskan jawabanmu dalam buku dan kumpulkan kepada Bapak/Ibu Guru.

Setelah melihat dan menganalisis gambar-gambar tadi, kamu bisa memahami bahwa limbah industri, seperti limbah batik di Jetis, Sidoarjo, tidak hanya mencemari air tetapi juga berkontribusi pada masalah yang lebih besar, yaitu perubahan iklim.

Perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang pada kondisi cuaca di Bumi, seperti suhu, curah hujan, pola angin, dan elemen cuaca lainnya. Perubahan ini biasanya terjadi dalam waktu yang sangat lama, seperti puluhan atau bahkan ratusan tahun. Banyak orang sering salah paham dan menganggap perubahan iklim sama dengan pemanasan global. Sebenarnya, pemanasan global adalah bagian dari perubahan iklim yang hanya membahas tentang kenaikan suhu rata-rata Bumi. Perubahan iklim mencakup lebih banyak hal, seperti pola hujan, angin, dan perubahan kondisi awan.



Mari Bermain!

Setelah mempelajari materi, ujlilah pemahamanmu melalui sebuah kuis berikut:

<https://wordwall.net/resource/97826995>.

Setelah selesai, lihat skor yang kamu peroleh dan coba refleksikan bagian mana yang sudah kamu kuasai dan bagian mana yang perlu dipelajari kembali.



Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, perubahan iklim dapat terjadi karena dua hal: faktor alami dan aktivitas manusia. Contoh faktor alami adalah letusan gunung berapi atau perubahan siklus matahari. Namun, saat ini, perubahan iklim lebih banyak disebabkan oleh manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, minyak, dan gas), penebangan hutan (deforestasi), dan pengelolaan limbah yang buruk. Semua ini meningkatkan gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, yang menjadi penyebab utama pemanasan global dan perubahan iklim.

1. Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan memantulkan kembali panas (radiasi inframerah) yang dipancarkan oleh permukaan Bumi. Proses ini dikenal sebagai efek rumah kaca. Gas rumah kaca sebenarnya sangat penting untuk menjaga suhu Bumi agar tetap hangat. Tanpa gas ini, suhu rata-rata Bumi akan jauh lebih dingin, sehingga kehidupan seperti yang kita kenal sekarang tidak akan mungkin ada.

Namun, masalah muncul ketika jumlah gas rumah kaca di atmosfer meningkat terlalu banyak akibat aktivitas manusia. Hal ini menyebabkan panas yang terperangkap di atmosfer semakin besar, sehingga suhu Bumi menjadi semakin panas. Proses inilah yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim.



Gambar 3.4
Emisi Gas dari Industri
Sumber: *solarindustri.com*

2. Jenis Gas Rumah Kaca

1. Karbon Dioksida (CO_2): gas rumah kaca yang paling banyak dihasilkan oleh manusia. Sumber utamanya adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak, dan gas, untuk menghasilkan energi. Selain itu, penebangan hutan juga meningkatkan emisi CO_2 karena pohon-pohon yang menyerap karbon dioksida ditebang alhasil kemampuan bumi untuk menyerap CO_2 berkurang, sehingga lebih banyak gas ini terperangkap di atmosfer.
2. Metana (CH_4): Metana dihasilkan dari proses pencernaan hewan ternak, limbah organik yang membusuk, dan kegiatan pertanian. Metana memiliki potensi pemanasan global yang jauh lebih tinggi dibandingkan CO_2 , meskipun konsentrasinya di atmosfer lebih rendah. Ini berarti bahwa meskipun ada lebih sedikit metana, dampaknya terhadap pemanasan global bisa jauh lebih besar.
3. Nitrogen Oksida (N_2O): Gas ini dihasilkan dari penggunaan pupuk nitrogen dalam pertanian, serta dari proses industri dan pembakaran bahan bakar fosil. Nitrogen oksida juga memiliki potensi pemanasan yang tinggi, sehingga dapat berkontribusi pada perubahan iklim.
4. Gas Fluorinated: Ini termasuk berbagai gas yang dihasilkan dari proses industri, seperti hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC), dan sulfur heksafluorida (SF_6). Gas-gas ini memiliki potensi pemanasan global yang sangat tinggi, meskipun emisinya relatif kecil. Meskipun jumlahnya kecil di atmosfer, gas ini memiliki kemampuan memerangkap panas yang sangat besar. Gas-gas ini biasanya dihasilkan dari proses industri, seperti pendinginan dan manufaktur elektronik.



Informasi IPA!

Dalam seratus tahun terakhir, suhu rata-rata Bumi sudah naik sekitar $0,74^\circ\text{C}$. Gas-gas rumah kaca ini membuat panas dari matahari terperangkap di atmosfer, sehingga suhu Bumi menjadi lebih panas.

Para ilmuwan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyebutkan bahwa peningkatan gas rumah kaca yang disebabkan oleh manusia adalah penyebab utama kenaikan suhu global sejak pertengahan abad ke-20. Berdasarkan model iklim mereka, suhu permukaan Bumi diperkirakan bisa naik antara $1,1$ hingga $6,4^\circ\text{C}$ dari tahun 1990 hingga 2100 jika tidak ada tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Konsentrasi CO_2 di atmosfer telah meningkat tajam. Pada tahun 1958, kadar CO_2 tercatat sekitar 315 bagian per juta (ppm), tetapi pada tahun 2017, jumlahnya naik menjadi lebih dari 407 ppm. Jika manusia terus menghasilkan gas rumah kaca tanpa perubahan, suhu Bumi diperkirakan bisa meningkat hingga $1,5$ sampai $4,5^\circ\text{C}$ pada tahun 2030, yang akan membawa dampak besar bagi kehidupan di seluruh dunia.





Informasi IPA!



Perubahan iklim tidak hanya membuat suhu Bumi menjadi lebih panas, tetapi juga berdampak langsung pada kehidupan kita sehari-hari, termasuk melalui pencemaran air. Salah satu contohnya adalah limbah industri, seperti limbah batik di Jetis, Sidoarjo, yang mengandung bahan kimia berbahaya. Limbah ini mencemari sungai dan sumber air bersih, merusak ekosistem perairan, dan mengurangi ketersediaan air yang penting bagi kehidupan manusia dan hewan. Selain itu, bahan organik dalam limbah yang membusuk di air dapat menghasilkan gas metana, salah satu gas rumah kaca yang kuat, sehingga memperburuk pemanasan global. Pencemaran air tidak hanya menciptakan masalah lokal tetapi juga berkontribusi pada tantangan global, yaitu perubahan iklim, yang mempengaruhi semua makhluk hidup di Bumi.

B. Dampak Limbah Cair Batik Terhadap Lingkungan dan Perubahan Iklim

Limbah cair dari industri batik mengandung berbagai zat berbahaya yang dapat merusak lingkungan dan meningkatkan emisi gas rumah kaca. Salah satu kandungan utama dalam limbah batik adalah bahan organik. Limbah ini memiliki tingkat *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang sangat tinggi, yaitu masing-masing 8.651 mg/L dan 54.700 mg/L. Angka ini menunjukkan banyaknya bahan organik yang dapat terurai. Jika limbah ini tidak dikelola dengan baik, bahan organik tersebut akan membusuk dan menghasilkan gas metana. Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang sangat kuat dan berkontribusi besar terhadap pemanasan global.

Selain itu, limbah cair batik mengandung zat pewarna beracun, seperti fenol dan logam berat kromium. Fenol adalah bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan, sementara kromium dapat mencemari tanah dan air serta berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan. Proses pencemaran ini juga memerlukan energi tambahan untuk membersihkan air yang tercemar, yang pada akhirnya menghasilkan lebih banyak emisi gas rumah kaca.



Gambar 3.5 Limbah Batik Jetis Sidoarjo
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)



Informasi IPA!



Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah dua parameter penting dalam pengukuran kualitas air, terutama dalam konteks pencemaran. BOD mengukur jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air selama periode tertentu, biasanya lima hari pada suhu 20°C. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan adanya banyak bahan organik yang dapat diuraikan, yang biasanya mengindikasikan tingkat pencemaran yang tinggi. Sebaliknya, COD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua bahan organik dan anorganik dalam air, tanpa memandang apakah bahan tersebut dapat diuraikan secara biologis atau tidak. COD memberikan gambaran lebih luas tentang total kontaminan dalam air, termasuk zat kimia yang sulit terurai.

Limbah batik juga mengandung amonia dan sulfida yang berdampak buruk bagi kualitas air. Amonia dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu kehidupan makhluk air, sementara sulfida dapat mencemari lingkungan dan menghasilkan bau busuk. Selain itu, limbah batik dari proses pencucian kain sering mengandung minyak dan lemak. Kandungan ini mengganggu kadar oksigen terlarut di air, yang dapat membunuh organisme akuatik dan memperburuk ekosistem.

Ketika limbah cair ini dibuang tanpa pengolahan yang baik, tidak hanya lingkungan lokal yang rusak, tetapi juga emisi gas rumah kaca seperti metana meningkat, yang mempercepat pemanasan global.



Gambar 3.6 Cuaca Ekstrem Berpotensi di Sebagian Wilayah Jawa. **Sumber:** *mediaindonesia*



Mari Identifikasi!

Aktivitas 3.2

1. Identifikasi faktor-faktor yang menyebabkan industri batik di Jetis, Sidoarjo, berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca!

Tuliskan hasil identifikasimu dalam buku tugas dan kumpulkan pada Bapak/Ibu Guru!

C. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Lingkungan Ekosistem

Perubahan iklim memiliki dampak besar terhadap ekosistem di seluruh dunia. Salah satu dampaknya adalah perubahan pola cuaca yang mempengaruhi kehidupan spesies di berbagai habitat. Suhu yang meningkat dapat menyebabkan musim menjadi lebih panjang atau lebih pendek, mengubah waktu tumbuh tanaman atau berkembang biaknya hewan. Beberapa spesies mungkin tidak dapat beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan ini, yang dapat mengakibatkan penurunan jumlah spesies atau bahkan kepunahan.

Selain itu, perubahan suhu laut akibat pemanasan global juga mengganggu ekosistem laut. Kenaikan suhu air laut dapat menyebabkan terumbu karang memutih dan mati, yang merusak habitat bagi banyak spesies laut. Terumbu karang adalah rumah bagi berbagai jenis ikan dan organisme laut lainnya, dan kematian terumbu karang dapat menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati di lautan. Selain itu, perubahan suhu air laut juga mempengaruhi pola migrasi ikan dan hewan laut lainnya, yang berdampak pada ekosistem laut secara keseluruhan.

Perubahan ketersediaan air juga merupakan dampak besar dari perubahan iklim. Daerah yang mengalami kekeringan lebih lama atau lebih sering dapat mengurangi ketersediaan air bagi tanaman dan hewan, mempengaruhi pertanian, dan mengganggu ekosistem air tawar. Sebaliknya, hujan yang lebih intens atau banjir dapat merusak habitat dan mengubah struktur ekosistem, menyebabkan erosi tanah dan kehilangan tanah subur yang diperlukan untuk pertanian dan kehidupan satwa liar.

Dampak lainnya adalah peningkatan frekuensi bencana alam seperti badai, angin topan, dan kebakaran hutan. Bencana alam ini tidak hanya menghancurkan habitat alami, tetapi juga mempengaruhi spesies yang hidup di dalamnya. Kebakaran hutan yang lebih sering dapat menghancurkan ekosistem hutan, mengurangi keanekaragaman hayati, dan menyebabkan hilangnya banyak spesies yang bergantung pada hutan sebagai tempat tinggal.



Gambar 3.7 Terumbu Karang Memutih dan Terancam Mati. **Sumber:** mongabay.co.id

Secara keseluruhan, perubahan iklim mengganggu keseimbangan alam yang telah terjalin selama ribuan tahun, mempengaruhi tidak hanya spesies individual, tetapi juga seluruh ekosistem yang bergantung pada interaksi antara spesies dan lingkungan mereka.



Informasi IPA!



“PBB: Tahun 2050, Kebakaran Hutan Berpotensi Meningkat 30 Persen”



Gambar 3.8 Kebakaran Hutan
Sumber: greenpeace/Christian Braga

Kebakaran hutan yang semakin sering terjadi di berbagai belahan dunia merupakan bukti nyata hubungan erat antara perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Perubahan iklim memperburuk kebakaran melalui peningkatan suhu, kekeringan, dan angin kencang, sementara kebakaran hutan itu sendiri memperparah perubahan iklim dengan menghancurkan ekosistem kaya karbon seperti lahan gambut dan hutan hujan. Akibatnya, ekosistem menjadi lebih rentan terhadap kebakaran, mempercepat pemanasan global dan mengancam keanekaragaman hayati.

Untuk mencegah eskalasi bencana kebakaran hutan yang semakin ekstrim, diperlukan langkah mitigasi serius seperti pengelolaan lahan berkelanjutan dan pengurangan emisi karbon. Laporan PBB menyoroti pentingnya pendekatan preventif, termasuk restorasi ekosistem, penerapan pembakaran terkendali, dan peningkatan kerja sama internasional, sebagai upaya untuk mengurangi risiko kebakaran hutan serta meminimalkan dampaknya terhadap iklim dan kehidupan manusia.

Selengkapnya kunjungi website berikut:

<https://betahita.id/news/detail/7182/pbb-tahun-2050-kebakaran-hutan-berpotensi-meningkat-30-persen.html.html>



Mari Berselancar di Internet!

Aktivitas 3.3

Buatlah rangkuman untuk memperdalam pengetahuanmu terkait dampak dari perubahan iklim, akseslah tautan berikut ini sebagai tambahan untuk belajar!

1. <https://indonesia.un.org/id/175273-penyebab-dan-dampak-perubahan-iklim>
2. <https://rimbamakmurutama.com/4/climate-change-impacts-and-mitigation/>

D. Strategi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim Akibat Pencemaran Air

Perubahan iklim yang disebabkan oleh pencemaran limbah batik dapat diatasi dengan dua pendekatan utama: adaptasi dan mitigasi. Berikut adalah penjelasan mengenai kedua strategi ini dengan bahasa yang mudah dipahami.

1. Strategi Adaptasi

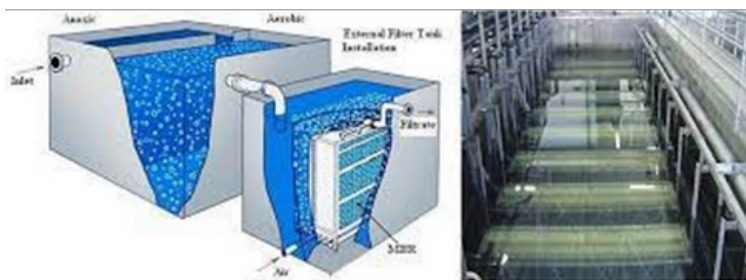
Adaptasi adalah cara untuk menyesuaikan diri dengan perubahan yang sudah terjadi atau yang akan terjadi akibat perubahan iklim. Beberapa strategi adaptasi yang dapat diterapkan di lingkungan lokal terkait limbah batik antara lain:

- **Mengelola Limbah dengan Baik:** Limbah cair dari industri batik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai atau perairan lainnya. Proses pengolahan ini dapat melibatkan beberapa teknik:
 1. **Filterisasi:** Teknik ini digunakan untuk menghilangkan partikel besar dan kotoran dari limbah cair. Dengan menggunakan filter, limbah dapat disaring untuk memisahkan zat-zat padat yang tidak diinginkan, seperti kain atau bahan-bahan sisa produksi. Filterisasi ini membantu mengurangi beban pencemaran yang lebih besar pada tahap berikutnya dalam proses pengolahan.
 2. **Pengolahan Biologis:** Dalam metode ini, mikroorganisme, seperti bakteri, digunakan untuk mengurai bahan organik dalam limbah. Mikroorganisme ini memecah senyawa organik yang terkandung dalam limbah, seperti sisa pewarna dan bahan kimia lainnya, menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Proses ini sangat membantu dalam menurunkan kadar bahan pencemar, seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*), sehingga limbah menjadi lebih aman untuk dibuang ke lingkungan.
 3. **Pengolahan Kimia:** Teknik pengolahan kimia melibatkan penggunaan bahan kimia untuk menetralkan bahan berbahaya dalam limbah. Misalnya, koagulan dapat ditambahkan untuk membantu mengendapkan zat-zat berbahaya seperti logam berat dan senyawa fenol. Proses koagulasi ini membuat zat-zat tersebut lebih mudah dipisahkan dari air limbah, sehingga kualitas air yang dibuang menjadi lebih baik dan tidak mencemari lingkungan.



Gambar 3.9 Filtrasi dan Pengelolaan Limbah B3. **Sumber:** *universaleco.id*

- **Bioreaktor:** Salah satu contoh teknologi pengolahan yang efektif adalah bioreaktor. Dalam bioreaktor, mikroorganisme dimobilisasi untuk mengurai senyawa berbahaya dalam limbah batik. Bioreaktor ini bekerja dengan cara mengalirkan limbah cair melalui ruang yang berisi mikroorganisme pengurai, yang akan memecah bahan organik dan senyawa berbahaya menjadi senyawa yang lebih aman. Proses ini dapat meningkatkan efisiensi pengolahan limbah dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari dekomposisi limbah.



Gambar 3.10 Bio Reaktor Pengolahan Air Limbah. Sumber: hydromart.co.id

- **Rehabilitasi Sungai dan Tanah yang Tercemar:** Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan menanam tumbuhan tertentu yang dapat menyerap polutan dari tanah dan air. Tumbuhan seperti eceng gondok dapat mengurangi kadar pencemar, termasuk bahan organik dan logam berat, melalui proses fitoremediasi, di mana tanaman ini menyerap dan mendegradasi zat berbahaya dalam limbah. dan kana lonceng (*Thalia geniculata*) juga telah terbukti efektif dalam sistem lahan basah buatan untuk pengolahan limbah cair batik. Penelitian menunjukkan bahwa tanaman ini dapat menurunkan kadar polutan dalam limbah, seperti BOD dan COD, serta meningkatkan kualitas air melalui proses bioremediasi yang alami. Selain itu, penanaman pohon-pohon seperti mangrove atau bambu di sepanjang sungai dapat membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan kualitas tanah yang tercemar. Mangrove, khususnya, memiliki akar yang kuat yang dapat menstabilkan tanah dan menyediakan habitat bagi berbagai spesies, sementara bambu juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang efektif.




Informasi IPA!



Gambar 3.11 Tanaman kana lonceng (*Thalia geniculata*). Sumber: wikipedia.org

Tanaman kana lonceng (*Thalia geniculata*) banyak ditemukan di daerah yang memiliki kelembapan tinggi, seperti tepi sungai, kolam, dan lahan basah. Tanaman ini memiliki potensi signifikan dalam melakukan bioremediasi limbah cair. Dengan rimpang yang tebal dan daun besar, *Thalia geniculata* dapat menyerap dan menguraikan bahan organik dalam limbah, sehingga menurunkan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Melalui proses bioremediasi alami, tanaman ini bertindak sebagai fitoremediator yang efektif, menghilangkan polutan-polutan berbahaya dari lingkungan dan meningkatkan kualitas air. Selain itu, *Thalia geniculata* juga berfungsi sebagai pemasok oksigen dan penstabil lingkungan, membuatnya ideal untuk aplikasi pengolahan limbah cair yang ramah lingkungan.

- 
- Meningkatkan Kesadaran Masyarakat: Edukasi kepada masyarakat sekitar penting untuk mengurangi dampak limbah industri. Masyarakat bisa diajarkan untuk tidak membuang sampah sembarangan ke sungai, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya di rumah, dan lebih peduli terhadap kebersihan lingkungan. Program pelatihan atau workshop tentang cara mengelola limbah dengan benar juga dapat membantu meningkatkan kesadaran.



Mari Analisis!

Aktivitas 3.3

Lakukan studi literatur untuk mencari satu contoh tumbuhan selain kana lonceng yang dapat digunakan untuk rehabilitasi sungai dan tanah yang tercemar. Analisislah alasan mengapa tumbuhan tersebut efektif dalam proses rehabilitasi, serta bagaimana tumbuhan tersebut dapat membantu memperbaiki kualitas lingkungan yang tercemar!

2. Strategi Mitigasi

Mitigasi adalah usaha untuk mengurangi penyebab perubahan iklim, seperti emisi gas rumah kaca. Berikut adalah beberapa upaya mitigasi yang bisa dilakukan:

- **Pengolahan Limbah yang Efektif:** Untuk memastikan bahwa limbah cair batik benar-benar terolah dengan baik, industri batik perlu menerapkan teknologi pengolahan limbah yang baik dan tepat. Salah satunya adalah dengan membangun instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang dapat mengolah limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Dengan pengolahan yang tepat, kadar bahan pencemar dalam limbah dapat diturunkan hingga batas yang aman, sehingga pencemaran terhadap sungai dan ekosistem lainnya dapat diminimalisir.
- **Mengurangi Konsumsi Energi Fosil:** Industri batik dapat beralih ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan, seperti tenaga surya atau angin. Misalnya, menggunakan panel surya untuk menghasilkan listrik di pabrik batik dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang pada gilirannya akan mengurangi emisi gas rumah kaca.



- **Penggunaan Pewarna Ramah Lingkungan:** Mengganti pewarna kimia berbahaya dengan pewarna alami bisa menjadi solusi yang baik untuk mengurangi pencemaran. Pewarna alami seperti indigo (yang dihasilkan dari tanaman indigofera) atau turmeric (kunyit) dapat digunakan sebagai alternatif. Pewarna alami ini lebih ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia dan ekosistem.
- **Melibatkan Masyarakat dalam Pengelolaan Lingkungan:** Masyarakat sekitar dapat dilibatkan dalam program penghijauan, pengelolaan limbah, dan menjaga kebersihan sungai. Misalnya, masyarakat dapat bekerja sama dalam mengumpulkan dan mendaur ulang limbah batik, serta menjaga kebersihan sungai dengan tidak membuang sampah sembarangan. Selain itu, mereka bisa dilibatkan dalam program penanaman pohon di sekitar daerah yang terdampak pencemaran.

Menurut kalian strategi mana yang paling efektif?



Problem Solving!

Tuliskan jawaban kalian di kolom ini!

.....

.....

.....

.....



Rangkuman!

1. Perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang pada kondisi cuaca di Bumi, termasuk suhu, curah hujan, dan pola angin.
2. Perubahan iklim disebabkan oleh faktor alami seperti letusan gunung berapi dan aktivitas manusia, terutama melalui pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan pengelolaan limbah yang buruk, yang meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer.
3. GRK adalah gas yang menyerap dan memantulkan kembali panas di atmosfer, termasuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (N₂O), dan gas fluorinated.



Mari Mengevaluasi!

Aktivitas 3.4

Kerjakan soal-soal berikut di buku tugasmu!

Salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi pencemaran limbah batik di Jetis adalah penggunaan adsorben alami seperti serbuk cangkang telur ayam. Menurutmu, seberapa efektif dan layak solusi ini diterapkan dalam skala industri kecil? Nilailah berdasarkan efisiensi penurunan polutan, biaya, dan kemudahan penerapan oleh pelaku industri lokal!

.....

.....

.....



Proyek Akhir Bab!

Aktivitas 3.5

POSTER EDUKASI UNTUK KONTRIBUSI INDUSTRI BATIK TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Industri batik memiliki dampak signifikan terhadap perubahan iklim, terutama melalui limbah cair yang dihasilkan yang meningkatkan emisi gas rumah kaca dan mempercepat pemanasan global. Pengelolaan limbah batik yang baik sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap iklim. Sebagai generasi muda, kamu memiliki peran untuk memulai gerakan perubahan. Oleh karena itu, buatlah poster edukasi yang mencakup hal-hal berikut:

Langkah Kegiatan:

1. Poster harus mencakup:
 - Identifikasi Penyebab Utama: Jelaskan faktor-faktor yang menyebabkan industri batik berkontribusi pada perubahan iklim.
 - Dampak terhadap Perubahan Iklim: Deskripsikan bagaimana industri batik memperburuk perubahan iklim.
 - Upaya Menanggulangi Dampak: Berikan solusi atau langkah-langkah yang bisa diambil oleh industri batik untuk mengurangi dampaknya terhadap iklim.
2. Susun rencana aksi yang mencakup langkah-langkah konkret yang dapat dilakukan untuk mewujudkan upaya yang kamu usulkan.
3. Presentasikan poster dan rencana aksimu di depan kelas.
4. Setelah presentasi, ajukan pertanyaan atau beri masukan kepada temanmu yang maju terkait hasil proyeknya.



Ayo Refleksi Diri Kalian!

Di sinilah akhir dari perjalanan kita dalam mempelajari Bab Perubahan Iklim Akibat Pencemaran Air. Sekarang, saatnya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan refleksi berikut:

1. Apa hal terpenting yang kamu pelajari dalam bab ini?
2. Kegiatan pembelajaran mana yang paling membantu kalian memahami dampak limbah batik terhadap perubahan iklim dan lingkungan?
3. Sikap apa yang kamu kembangkan dalam bab ini? Sebutkan sikap tersebut!



Daftar Pustaka

- Aldrian, E., Karmini, M., & Budiman, D. B. (2011). Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di Indonesia. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedeputian Bidang Klimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Arfianti, D. Y., Afandi, A. F., Agustin, F. R., & Nikmah, K. (2018). Batik Jetis Sidoarjo. Haryanto, H. C., & Prahara, S. A. (2019). Perubahan Iklim, Siapa Yang Bertanggung Jawab?. Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi, 21(2), 50-61.
- Husain, I. H., Mardin, H., Usman, N. F., Lukum, M. R., Yusuf, S., Ibrahim, A. S., ... & Bau, F. (2024). EKOSISTEM DAN DAUR BIOGEOKIMIA. Penerbit Tahta Media.
- Irianto, I. K. (2015). Buku bahan ajar pencemaran lingkungan.
- Rachman, R. M., Betaubun, R. J., Serang, R., Sriyani, R., Putri, T. S., Rantererung, C. L., ... & Apalem, D. R. (2024). PENCEMARAN AIR. TOHAR MEDIA.
- Saputra, S. (2023). Populasi Dalam Ekosistem'. Ilmu Lingkungan, 48.
- Sasdika, A. H., & Rachmanto, T. A. (2023). Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Batik Jetis Sidoarjo. Envirous, 3(2).
- Setiani, P. (2020). Sains perubahan iklim. Bumi Aksara.
- Sulistyowati, L., & Krisnawati, E. (2023). DAMPAK PENCEMARAN AIR: KONSEKUENSI BAGI EKOSISTEM DAN MASYARAKAT. Penerbit Qiara Media.
- Suprihatin, H. (2014). Kandungan organik limbah cair industri batik Jetis Sidoarjo dan alternatif pengolahannya. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau, 130-138.



Glosarium

A.

Atmosfer adalah lapisan gas yang menyelimuti planet Bumi dan planet lainnya.

B.

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air.

Bioreaktor adalah alat yang digunakan untuk mengolah limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk mengurai senyawa berbahaya.

C.

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran total bahan kimia yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik dalam air.

D.

Daur Biogeokimia adalah proses alami pergerakan unsur-unsur kimia penting di lingkungan, termasuk siklus karbon, nitrogen, dan oksigen.

Daur Ulang adalah proses pengembalian unsur-unsur yang diperlukan oleh makhluk hidup ke dalam lingkungan.

E.

Ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk dari hubungan timbal balik antara makhluk hidup (komponen biotik) dan lingkungan (komponen abiotik).

Excreta adalah bahan buangan yang dikeluarkan dari tubuh manusia, seperti tinja dan urine, yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

F.

Fitoremediasi adalah proses menggunakan tanaman untuk menyerap dan mendegradasi polutan dalam tanah dan air, membantu memperbaiki kualitas lingkungan.

G.

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas di atmosfer yang menyerap dan memantulkan kembali panas, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O).

H.

Herbivori adalah interaksi di mana hewan herbivora memakan tumbuhan.

I.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sistem yang dirancang untuk mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, dengan tujuan menghilangkan kontaminan dan zat berbahaya.

J.

Jaring-Jaring Makanan adalah pola yang lebih kompleks dari hubungan antar organisme yang menunjukkan bagaimana berbagai makhluk hidup saling terhubung melalui hubungan makan dan dimakan.

K.

Karbon Dioksida (CO_2) adalah gas rumah kaca yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan.



Glosarium

Kolam Stabilisasi adalah kolam yang digunakan untuk mengolah air limbah secara alami dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar.

Kompetisi adalah interaksi antara dua atau lebih organisme yang bersaing untuk mendapatkan sumber daya yang terbatas.

Komponen Abiotik adalah bagian dari lingkungan yang tidak hidup tetapi mempengaruhi kehidupan makhluk hidup, seperti air, tanah, suhu, dan cahaya matahari.

Komponen Biotik adalah semua makhluk hidup dalam ekosistem, termasuk produsen, konsumen, dan pengurai.

Konsumen adalah organisme yang tidak dapat membuat makanan sendiri dan bergantung pada produsen atau konsumen lain untuk mendapatkan energi.

L.

Limbah adalah material sisa dari kegiatan manusia, hewan, atau tumbuhan yang tidak lagi digunakan dan harus dibuang.

Logam Berat adalah unsur kimia yang memiliki densitas tinggi dan beracun, seperti timbal dan merkuri, yang dapat mencemari tanah dan air.

M.

Metana (CH₄) adalah gas yang dihasilkan dari proses pencernaan hewan ternak dan limbah organik. Memiliki potensi pemanasan global yang lebih tinggi dibandingkan CO₂.

N.

Nitrogen Oksida (N₂O) adalah gas yang dihasilkan dari penggunaan pupuk nitrogen dalam pertanian dan pembakaran bahan bakar fosil. Memiliki potensi pemanasan yang tinggi.

P.

Parameter adalah nilai yang digunakan sebagai acuan untuk menjelaskan batas-batas suatu sistem.

Pencemaran adalah proses masuknya zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.

Pengurai adalah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang menguraikan sisa-sisa makhluk hidup menjadi zat yang berguna untuk lingkungan.

Pewarna Alami adalah pewarna yang berasal dari sumber alami, seperti tanaman, yang lebih ramah lingkungan dibandingkan pewarna kimia.

Pewarna Sintetis adalah zat kimia yang digunakan untuk memberikan warna pada produk, seringkali berbahaya bagi lingkungan jika dibuang sembarangan.

Produsen adalah organisme yang mampu membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis, seperti tumbuhan.

R.

Rantai Makanan adalah urutan proses makan dan dimakan antara berbagai organisme dalam ekosistem.

S.

Siklus Biogeokimia adalah proses di mana unsur-unsur kimia berpindah melalui makhluk hidup dan kembali lagi ke lingkungan, termasuk siklus karbon, nitrogen, dan air.

Simbiosis adalah interaksi antara dua makhluk hidup yang berbeda spesies dan hidup berdampingan, yang dapat bersifat saling menguntungkan, merugikan, atau netral.

Profil Penulis



Siti Adira Salsabilla Rahma, lahir di Sidoarjo pada 27 April 2003. Pendidikan sekolah menengah ditempuh di SMA Negeri 1 Krembung, Sidoarjo. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan pengembangan kompetensi, di antaranya sebagai anggota dalam kegiatan PPK Ormawa dengan topik Desa Cerdas di salah satu desa terpencil di Sidoarjo. Selain itu, penulis juga mengikuti program Asistensi Mengajar tahun 2025 yang diselenggarakan oleh universitas sebagai pengalaman mengajar selama empat bulan.



Ria Wulandari, lahir di Kediri, 16 April 1985. Pendidikan dasar ditempuhnya di sekolah dasar negeri di daerah kelahirannya. Pendidikan menengah ditempuhnya di SMA Negeri 1 Kediri. Pendidikan S1 diselesaikan di Universitas Negeri Malang pada tahun 2007. Gelar Magister Pendidikan bidang sains diperolehnya dari Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2010. Pada tahun 2023 mendapatkan gelar Doktor Ilmu Pendidikan Konsentrasi Pendidikan IPA dari Universitas Negeri Yogyakarta. Sejak tahun 2013 sampai sekarang, menjadi dosen tetap di prodi Pendidikan IPA Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.



**"Dalam alam, tidak ada yang berdiri sendiri.
Setiap tindakan manusia terhadap lingkungan
akan kembali padanya."**

- Rachel Carson (Ahli biologi & penulis Silent Spring)

**"Kita tidak bisa menyelesaikan masalah
dengan cara berpikir yang sama seperti saat
kita menciptakannya."**

- Albert Einstein.

Belajar IPA

**Berbasis *Socio-Scientific Issue*:
Limbah Batik Jetis Sidoarjo**

