



**Terkoneksi
Augmented Reality**



ARBOOK

Untuk IPA SMP/MTS Sederajat

TEMA **KEBERLANJUTAN
BIODIVERSITAS**



TIM PENYUSUN

Mendukung SDGs



ARBOOK

Untuk IPA SMP/MTS Sederajat

TEMA **KEBERLANJUTAN
BIODIVERSITAS**

Menggunakan



Terintegrasi AR



Tim Penyusun:

Hendri Ridho Prasetya

Prof. Suroso Mukti Leksono, M.Si.

Adi Nestiadi, M.Pd.

Septi Kurniasih, S.Pd., M.Biotech

Mendukung SDGs



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga bahan ajar ini dapat disusun dengan mengusung tema Keberlanjutan Biodiversitas berbasis teknologi Augmented Reality (AR). Kehadiran bahan ajar ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif, menarik, dan kontekstual bagi peserta didik dalam memahami pentingnya menjaga keanekaragaman hayati sebagai bagian dari kehidupan yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi AR, siswa tidak hanya mempelajari konsep secara teoritis, tetapi juga mampu melihat representasi visual makhluk hidup dan ekosistem secara lebih nyata dan bermakna.

Bahan ajar ini disusun dengan pendekatan Education for Sustainable Development (ESD), yang menekankan pada penguatan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap peduli terhadap lingkungan. Melalui pendekatan ini, peserta didik diajak untuk berpikir kritis, mengeksplorasi permasalahan lingkungan nyata, serta mengembangkan solusi yang berkelanjutan. Harapannya, buku ini tidak hanya menjadi sarana belajar, tetapi juga menjadi jembatan untuk menumbuhkan karakter peduli lingkungan dan kesadaran global akan pentingnya keberlanjutan biodiversitas. Semoga bahan ajar ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas pendidikan serta literasi lingkungan di kalangan generasi muda.

Tim Penyusun

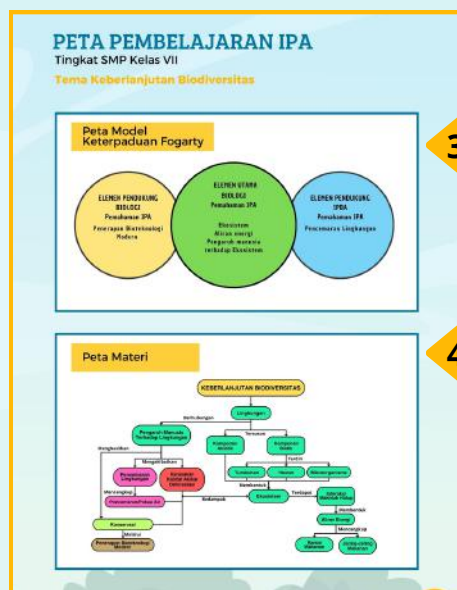
SAJIAN ISI BUKU

1. Capaian Pembelajaran

Capaian pembelajaran yang dirumuskan berdasarkan kurikulum Merdeka yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik setelah menyelesaikan pembelajaran menggunakan bahan ajar ini

2. Tujuan Pembelajaran

Target-target pembelajaran yang ingin dicapai pada setiap bagian atau kegiatan dalam bahan ajar ini.



3. Peta Model Keterpaduan Fogarty

Peta model Fogarty menggambarkan keterhubungan materi dalam bahan ajar ini diorganisasikan berdasarkan model keterpaduan Connected

4. Peta Materi

Peta materi membantu siswa dan guru untuk melihat cakupan topik, subtopik, dan urutan penyajian materi.

5. Panduan Scanning Augmented Reality

Panduan ini menjelaskan cara memindai kode QR atau gambar tertentu untuk memunculkan konten AR.

5 PANDUAN PENGGUNAAN AUGMENTED REALITY

A. Akses Melalui Pemindaian Kode QR

Untuk pengguna buku yang dicetak dan ingin pengalaman langsung dengan smartphone bisa menggunakan kode QR. Berikut langkah-langkahnya:

Siapkan Anda berdiri di mana setiap sudut (dengan perangkat Augmented Reality) akan diarahkan ke arah ini.

Siapkan smartphone yang memiliki aplikasi pemindai QR Code atau gunakan kamera bawaan jika mendukung. Temukan kode QR yang tersedia di halaman terkait.

SAJIAN ISI BUKU

6. Daftar Isi

Bagian ini merupakan daftar urutan topik dan subtopik yang terdapat dalam bahan ajar ini, dilengkapi dengan nomor halaman atau navigasi digital yang memudahkan peserta didik untuk mengakses bagian-bagian materi yang diinginkan.

6 DAFTAR ISI

TOPIK 1: Lingkungan dan Komponennya.....

TOPIK 2: Ekosistem dan Aliran Energi.....

TOPIK 3: Pengaruh Aktivitas..... Manusia

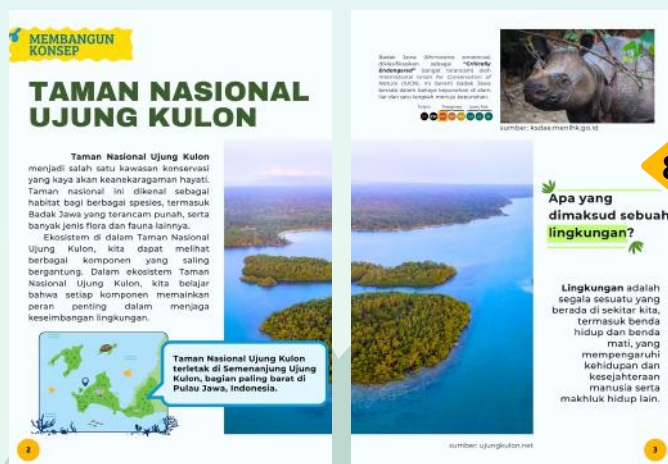
GLOSARIUM.....

DAFTAR PUSTAKA.....

BIODATA TIM PENYUSUN.....

7. Cover Topik Materi

- **Gambar Pendukung:** Visual yang relevan dengan topik materi, berfungsi untuk menarik minat dan memberikan gambaran awal.
- **Deskripsi Pengantar:** Teks singkat yang memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, menghubungkannya dengan pengetahuan awal atau kehidupan sehari-hari.
- **Nilai Karakter:** Penjelasan mengenai nilai-nilai karakter yang relevan dan akan dikembangkan melalui pembelajaran topik ini.
- **Kata Kunci:** Daftar kata-kata penting yang akan sering muncul dalam topik materi ini, membantu peserta didik fokus pada konsep utama.



8. Membangun Konsep

Bagian ini bertujuan untuk membantu peserta didik membangun pemahaman awal tentang konsep-konsep kunci dalam topik materi.

SAJIAN ISI BUKU

9. Isi Materi

- **Deskripsi Materi:** Penjelasan teks yang komprehensif mengenai konsep, prinsip, dan fakta yang relevan dengan topik.
- **Gambar Pendukung:** Visual (foto, ilustrasi, diagram) yang memperjelas dan memperkaya pemahaman materi.
- **Video Pembelajaran:** Media video yang menyajikan penjelasan materi dalam format yang lebih dinamis dan menarik.
- **Kode QR:** Kode yang dapat dipindai menggunakan aplikasi AR untuk memunculkan visualisasi 3D atau interaktif dari konsep yang sedang dipelajari.



10. Aktivitas Siswa

- **EKSPLORASI:** Kegiatan praktik atau pengamatan yang memanfaatkan teknologi AR untuk mengidentifikasi dan menganalisis komponen-komponen lingkungan yang relevan dengan materi.
- **DIGILITERA:** Kegiatan yang mendorong peserta didik untuk mencari, membaca, dan memahami sumber-sumber informasi tambahan (digital) yang relevan dengan konsep materi.
- **STUDI KASUS:** Penyajian dan analisis kasus nyata terkait isu lingkungan yang relevan dengan materi, mendorong pemikiran kritis dan pemecahan masalah.



SAJIAN ISI BUKU



- **Refleksi (setelah melakukan aktivitas):** Pertanyaan-pertanyaan atau kegiatan yang mendorong peserta didik untuk merenungkan apa yang telah mereka pelajari dan bagaimana hal itu berhubungan dengan diri mereka atau lingkungan sekitar.

11. Wawasan Umum

Informasi tambahan yang menarik dan relevan dengan topik, bertujuan untuk memperluas pengetahuan dan menumbuhkan minat terhadap sains.

11

Wawasan Umum



Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834-1919), atau biasa disingkat **Ernst Haeckel**, merupakan perintis dan pengembang salah satu cabang ilmu biologi yaitu Ekologi di tahun 1866. Hubungan atau keterkaitan makhluk hidup dengan lingkungannya kemudian menjadi konsep dasar Ekologi. Selain itu, Haeckel membuat istilah baru di bidang biologi, seperti filum, filogeni, dan kingdom protista, sehingga sering dipanggil Bapak Ekologi.

GLOSARIUM

12

Ototrof : Organisme yang mampu membuat makanannya sendiri.
Abiotik : Segala sesuatu yang tidak bernyawa.
Biologi : Bioteknologi adalah ilmu dan teknologi terapan yang memanfaatkan makhluk hidup (mikroorganisme, sel, atau jaringan) untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.
Ex Situ : istilah bahasa Latin yang berarti dalam situasi di luar alam liar, misalnya, di dalam kurungan.
Ekologi : Ilmu yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan yang lainnya.
Ekosistem : Suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik/interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
Ekosistem darat : Ekosistem yang berada di daratan.
Ekosistem perairan : Ekosistem yang berada di perairan.
Filogenetik : Penelitian yang mempelajari hubungan kekerabatan.
Habitat : daerah di mana suatu makhluk hidup dan komponennya.
Herbivora : organisme yang mengonsumsi hanya tumbuhan atau produk sebagai sumber energi.
Heterotrof : Organisme yang tidak bisa membuat makanannya sendiri.
In Situ : usaha pelestarian alam yang dilakukan dalam habitat aslinya.
Jaring makanan : gabungan dari rantai-rantai makanan yang saling berkaitan dalam ekosistem.
Karnivor : organisme yang makan hanya hewan saja sebagai sumber.

12. Glosarium

Bagian ini berisi daftar istilah-istilah penting atau teknis yang digunakan dalam bahan ajar ini, beserta definisi atau penjelasannya yang ringkas dan mudah dipahami.

13. Daftar Pustaka

Bagian ini mencantumkan semua sumber informasi yang digunakan dalam penyusunan bahan ajar ini.

13

DAFTAR PUSTAKA

Brilna, J., Gray, M., Pereira, D. I., & Pereira, P. (2018). Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science & Policy*, 8(6), 19-26.
Jainuddin, N. (2023). Dampak Deforestasi terhadap Kearifan Masyarakat Hayati dan Ekosistem. *HUMANITAS: Jurnal Humaniora, Sosial dan Bisnis*, 1(2), 131.
Kafida, W., Suhartawan, B., Daawia, Arianto, T., Marlina, L., Bactiar, E., Nursinar, S., Arman, Z., Hendroti, A., Ningsih, S. M., Susianti, H. (2024). Ekologi dan Lingkungan. Penerbit: CV. Gita Lentera.
Kamal, E. & Wulandari, D. P. (2023). Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan Kelautan. Sumatra: UPPM Universitas Bang Hatten.
Kementerian Pekerjaan Umum. (2020). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). viewed 24 March 2025.
<<https://data.pu.go.id/dataset/instalasi-pengolahan-air-limbah-ipal>>
Ningsih, E. P. (2024). Peran Hutan dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Analisis Penyerapan Karbon oleh Hutan Hujan Tropis. *Journal of Horizon*, 1(1), 1-5.
Maknun, Djohar. (2017). Djohar Maknun, D. M. (2017). Ekologi: Populasi, Komunitas, Ekosistem, Menuju keanekaragaman Hayati. Asri, Islami, dan Irmah, Nurjati Press. Cirebon.

PANDUAN PENGGUNAAN AUGMENTED REALITY

A. Akses Melalui Pemindaian Kode QR

Untuk pengguna buku yang dicetak dan ingin pengalaman langsung dengan smartphone bisa menggunakan kode QR. Berikut langkah-langkahnya:

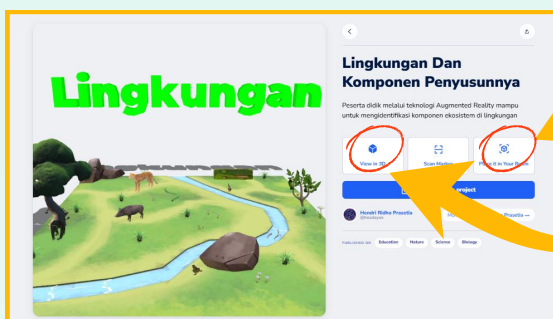
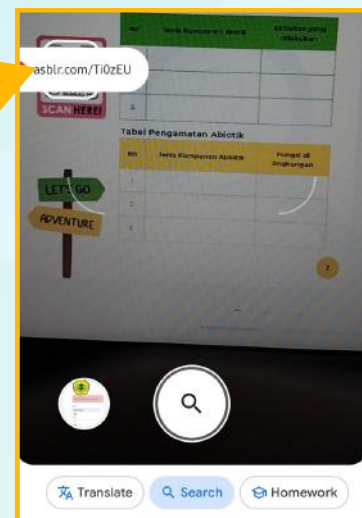


Siapkan smartphone yang memiliki aplikasi pemindai QR Code atau gunakan kamera bawaan (jika mendukung).

Temukan kode QR yang tersedia di halaman terkait.

Arahkan kamera ke kode tersebut, lalu klik tautan yang muncul.

Izinkan akses kamera saat diminta.



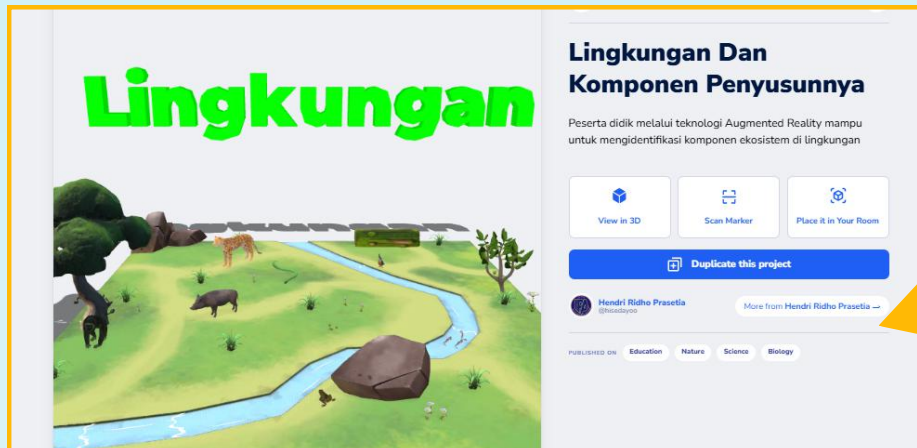
Arahkan ke bidang datar, dan tampilan AR akan muncul di layar perangkatmu.

Nikmati pengalaman belajar interaktif dengan animasi 3D dan informasi tambahan.

PANDUAN PENGGUNAAN AUGMENTED REALITY

B. Fitur Navigasi

Agar kamu dapat menjelajahi materi dalam buku ini dengan mudah, berikut penjelasan mengenai fitur navigasi yang tersedia:



First page, kembali ke halaman paling pertama



Tombol Informasi, menampilkan deskripsi informasi



Previous or Next page, simbol untuk kembali ke halaman sebelumnya atau melanjutkan halaman



Fullscreen, membuat bukumu dalam keadaan full layar pada gadgetmu

MATERI PEMBELAJARAN IPA

Tingkat SMP Kelas VII

Tema Keberlanjutan Biodiversitas

Capaian Pembelajaran



Pemahaman IPA

Peserta didik mampu mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya merancang upaya untuk mencegah dan mengatasi pencemaran dan perubahan iklim.

Keterampilan Proses

Memproses, menganalisis data dan informasi

Tujuan Pembelajaran

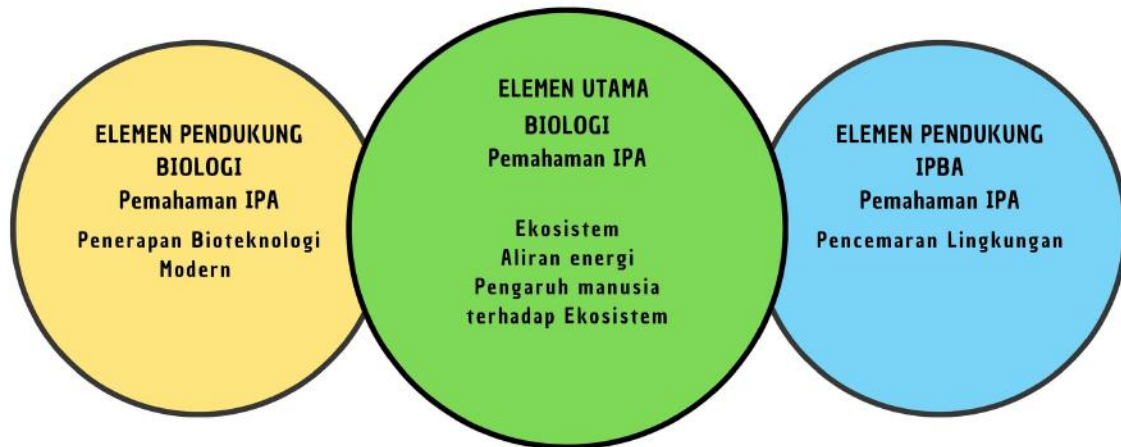
1. Peserta didik melalui teknologi *Augmented Reality* mampu untuk mengidentifikasi komponen ekosistem di lingkungan
2. Peserta didik melalui *Arbook* mampu untuk mendeskripsikan pengertian ekosistem, manfaatnya bagi kehidupan, serta tingkat organisasi kehidupan dalam ekosistem pada contoh-contoh nyata.
3. Peserta didik melalui teknologi *Augmented Reality* mampu untuk menentukan interaksi makhluk hidup dalam aliran energi secara sistematis.
4. Peserta didik dapat melalui mampu untuk menyusun ide gagasan sebagai solusi dampak negatif aktivitas manusia di lingkungan sekitar.
5. Peserta didik melalui mampu untuk mendeteksi dampak hilangnya keanekaragaman hayati dalam keadaan digital interaktif.

PETA PEMBELAJARAN IPA

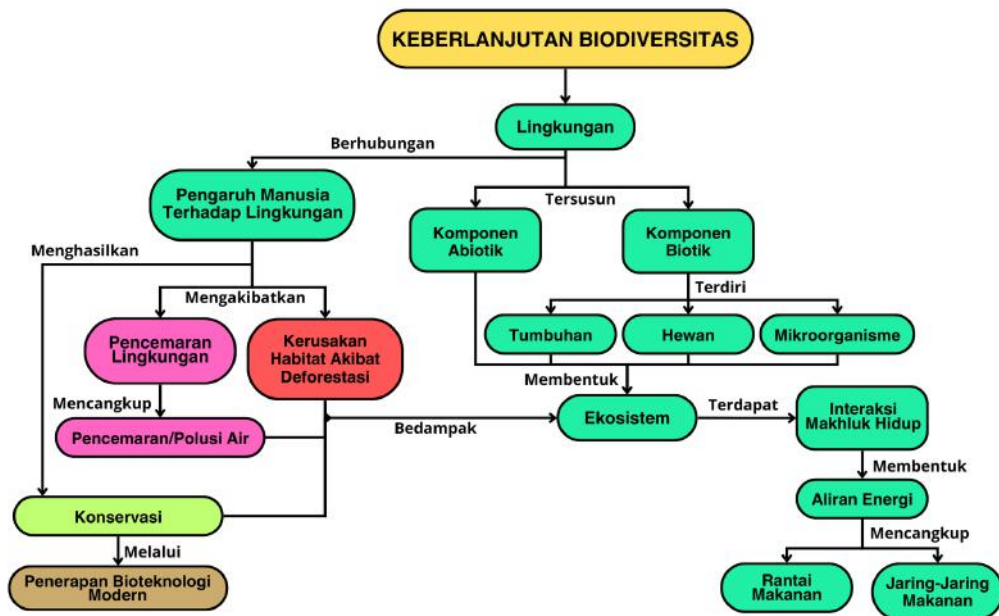
Tingkat SMP Kelas VII

Tema Keberlanjutan Biodiversitas

Peta Model Keterpaduan Fogarty



Peta Materi



DAFTAR ISI

TOPIK 1:
Lingkungan dan Komponennya.....

1

TOPIK 2:
Ekosistem dan Aliran Energi

2

TOPIK 3:
Pengaruh Aktivitas
Manusia

3

GLOSARIUM

4

DAFTAR PUSTAKA...

5

BIODATA
TIM PENYUSUN

6





TOPIK 1

Lingkungan Dan Komponennya

Lihatlah sekitarmu bahwa setiap batu kecil, setetes air hujan, hingga serangga di taman memiliki peran penting bagi kehidupan di bumi. Lingkungan tempat kita hidup tersusun dari berbagai komponen yang saling berhubungan dan saling bergantung. Di bab ini, kamu akan mengenal lebih dekat bagaimana alam terbentuk dan bagaimana setiap bagiannya membentuk suatu kesatuan yang kompleks dan luar biasa. Yuk, kita mulai petualangan ilmiah ini dengan mata terbuka dan hati yang peduli terhadap lingkungan!

Nilai Karakter:

- Rasa Ingin Tahu
- Peduli Lingkungan
- Tanggung Jawab

Kata Kunci:

- Lingkungan
- Komponen biotik
- Komponen abiotik

TAMAN NASIONAL UJUNG KULON

Taman Nasional Ujung Kulon menjadi salah satu kawasan konservasi yang kaya akan keanekaragaman hayati. Taman nasional ini dikenal sebagai habitat bagi berbagai spesies, termasuk Badak Jawa yang terancam punah, serta banyak jenis flora dan fauna lainnya.

Ekosistem di dalam Taman Nasional Ujung Kulon, kita dapat melihat berbagai komponen yang saling bergantung. Dalam ekosistem Taman Nasional Ujung Kulon, kita belajar bahwa setiap komponen memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan.



Taman Nasional Ujung Kulon terletak di Semenanjung Ujung Kulon, bagian paling barat di Pulau Jawa, Indonesia.

Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*) diklasifikasikan sebagai **"Critically Endangered"** (sangat terancam) oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN). Ini berarti badak Jawa berada dalam bahaya kepunahan di alam liar dan satu langkah menuju kepunahan.



sumber: ksdae.menlhk.go.id



Apa yang dimaksud sebuah lingkungan?

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di sekitar kita, termasuk benda hidup dan benda mati, yang mempengaruhi kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

sumber: ujungkulon.net

Lingkungan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberlangsungan hidup suatu organisme. Lingkungan tidak hanya menjadi tempat tinggal, tetapi juga faktor penentu dalam siklus hidup dan perkembangan organisme. Lingkungan terdiri dari berbagai komponen yang saling berinteraksi, termasuk faktor biotik dan abiotik. Lingkungan terestrial dan akuatik merupakan dua jenis lingkungan utama di Bumi yang berbeda secara signifikan dalam hal habitat dan karakteristiknya.

Lingkungan Akuatik, yang meliputi perairan, memiliki air yang melimpah, suhu yang lebih stabil, dan cahaya yang lebih sedikit tergantung pada kedalaman.

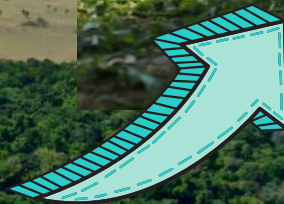
Contoh: Laut, sungai, danau, dan rawa



Perbedaan Lingkungan Terestrial dan Lingkungan Aquatik

Lingkungan terestrial dan akuatik memiliki karakteristik yang berbeda. Lingkungan terestrial, yang meliputi daratan, memiliki ketersediaan air yang terbatas dan fluktuasi suhu yang lebih besar, serta cahaya yang lebih banyak.

Contoh: Hutan, padang rumput, dan gurun



Apa Itu Faktor Biotik dan Abiotik?

Lingkungan terdiri dari berbagai komponen yang saling berinteraksi, termasuk faktor biotik dan abiotik.

Lingkungan membentuk kondisi fisik dan kimiawi yang mendukung kehidupan makhluk hidup, serta mempengaruhi distribusi dan perkembangan makhluk hidup.



Sumber: Gettyimage.com



Cahaya Matahari



Air



Batu



Tanah

Faktor Biotik

Segala sesuatu yang bernyawa, termasuk manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme

Faktor Abiotik

Objek pendukung kondisi fisik dan kimiawi dalam kehidupan, seperti tanah, udara, air, dan cahaya.

EKSPLORASI

Mari, Menjadi Detektif Komponen Lingkungan

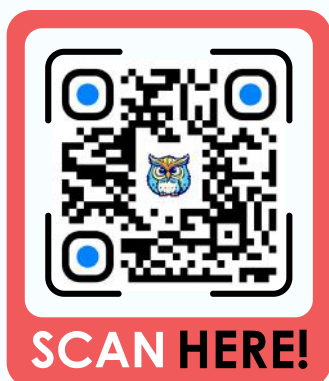
Selamat datang, Detektif Lingkungan! Hari ini, kamu akan menjalani misi penting untuk menyelidiki berbagai komponen lingkungan di sekitar kita. Tugas kamu adalah menemukan dan memahami elemen-elemen yang membentuk lingkungan kita.

Bayangkan Anda berada di sebuah taman yang indah, di mana setiap sudut menyimpan rahasia alam. Dengan perangkat Augmented Reality (AR) di tangan kamu, siapkan diri untuk mengungkap misteri yang tersembunyi di balik setiap komponen lingkungan.



Tabel Pengamatan Biotik

No	Jenis Komponen Biotik	Aktivitas yang dilakukan
1		
2		
3.		



Tabel Pengamatan Abiotik

No	Jenis Komponen Abiotik	Fungsi di lingkungan
1		
2		
3.		



REFLEKSI EKSPLORASI

Setelah menemukan data hasil eksplorasi tadi, Yukk kita tuliskan di kolom berikut:

Nama Lengkap *

Apa saja yang kamu temukan di Lingkungan tadi? *

Menurutmu bagaimana jika salah satu komponen tadi tidak ada? (misalnya, air menghilang menyebabkan ketidakstabilan suhu Bumi) *

Apa kesimpulanmu tentang Lingkungan dan komponen penyusunnya? *





TOPIK 2

Ekosistem

Dan

Aliran Energi

Pernahkah kamu bertanya-tanya bagaimana seekor katak, tanaman air, dan burung bisa saling terhubung dalam satu siklus kehidupan? Semua makhluk hidup berinteraksi dalam sistem yang disebut ekosistem. Dari hutan yang lebat hingga kebun kecil di rumahmu, semuanya memiliki jaring kehidupan yang rumit dan menarik. Di bab ini, kita akan menjelajahi interaksi antar makhluk hidup, mempelajari bagaimana mereka saling memengaruhi, dan apa yang terjadi jika keseimbangannya terganggu. Siap jadi penjelajah ekosistem?

Nilai Karakter:

- Kolaboratif
- Kritis
- Empati

Kata Kunci:

- Ekosistem
- Produsen, konsumen, dan dekomposer
- Rantai & Jaring-jaring Makanan

Makhluk hidup membentuk bagian dari suatu ekosistem. **Unit makhluk hidup dalam ekosistem sebagai berikut:**

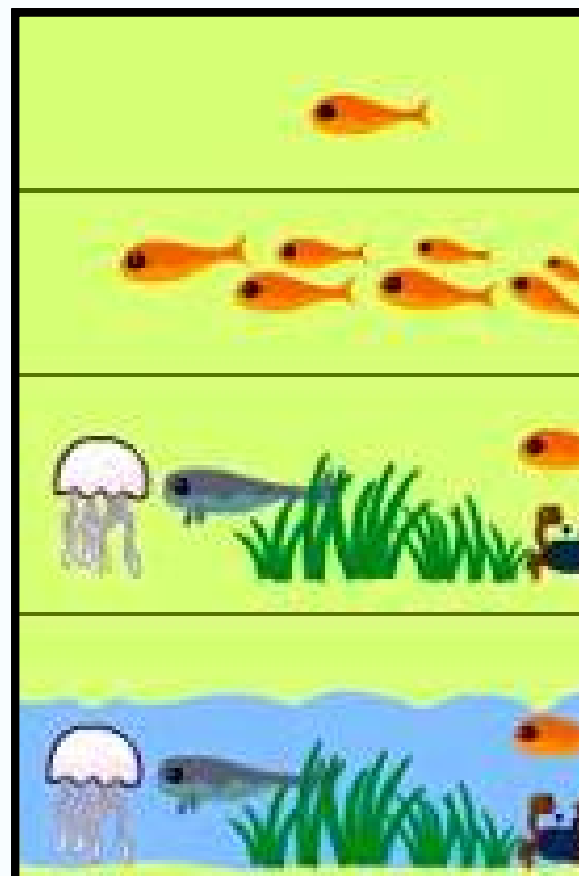
Individu, satu organisme tunggal disebut dengan individu. Individu dalam ekologi menunjuk pada satu spesies makhluk hidup di dalam suatu lingkungan.

Populasi, kumpulan individu dari spesies sejenis dalam suatu tempat hidupnya (habitat) disebut populasi.

Komunitas, diartikan sekumpulan populasi. Struktur komunitas mencakup berbagai populasi dari spesies berbeda yang hidup bersama yang saling berinteraksi di habitatnya.



SCAN HERE!



Salah satu aspek penting dari lingkungan adalah keanekaragaman hayati. Semakin tinggi keanekaragaman hayati suatu wilayah, semakin stabil dan resisten ekosistem tersebut terhadap perubahan. Keanekaragaman hayati mengacu pada beragamnya spesies yang hidup di lingkungan. Ekosistem menjalankan keseimbangan dengan terbentuknya interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya. Istilah ekosistem diperkenalkan oleh **Sir Arthur George Tansley** yang didefinisikan sebagai unit ekologi yang memiliki fungsi penting dan sistematis.



Gambar 2. Foto Sir Arthur George Tansley

Sumber: Alchetron.com

Ekosistem diartikan sebagai kumpulan makhluk hidup yang tinggal di suatu kondisi lingkungan, saling mempengaruhi dan membentuk suatu kesatuan. Ilmu yang mempelajari kondisi ekosistem disebut ekologi.



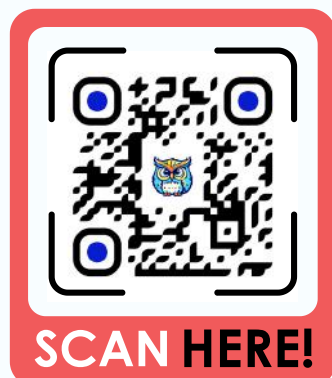
Ekosistem menjadi suatu kesatuan dari komunitas makhluk hidup yang berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungannya. Kondisi lingkungan yang berbeda mempengaruhi jenis makhluk hidup yang tinggal disana. ekosistem memiliki jenisnya masing-masing, terbagi menjadi ekosistem paling dasar yaitu ekosistem perairan dan daratan.

1. Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan atau aquatik mencakup semua bentuk kehidupan yang ada di dalam air, baik air tawar maupun air laut. Ekosistem ini terbagi menjadi dua kategori utama: ekosistem air tawar, seperti sungai, danau, dan rawa; serta ekosistem laut, termasuk laut terbuka, terumbu karang, dan estuari.

Ekosistem perairan tawar adalah lingkungan air dengan kadar garam yang sangat rendah, yaitu kurang dari 0,5 gram per liter dan berperan sebagai sumber air bersih bagi makhluk hidup.

Ekosistem laut adalah ekosistem air asin yang sangat luas, mencakup sekitar 70% dari permukaan bumi. Terumbu karang, yang ditemukan di perairan dangkal dan hangat, merupakan salah satu ekosistem dengan keanekaragaman hayati tertinggi, menyediakan tempat berlindung bagi berbagai spesies laut.



(i)



(ii)



(iii)



(iv)

Gambar 2.1 (i)sungai, (ii)laut, (iii)danau, (iv)rawa

Sumber: Get



(i)



(ii)



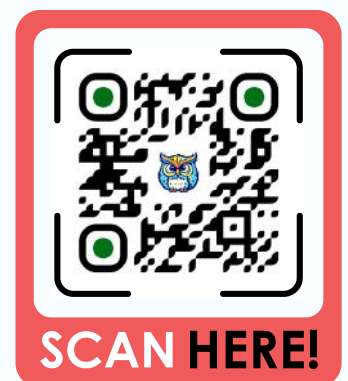
(iii)

Gambar 2.2 (i)hutan, (ii)padang rumput, (iii)padang pasir

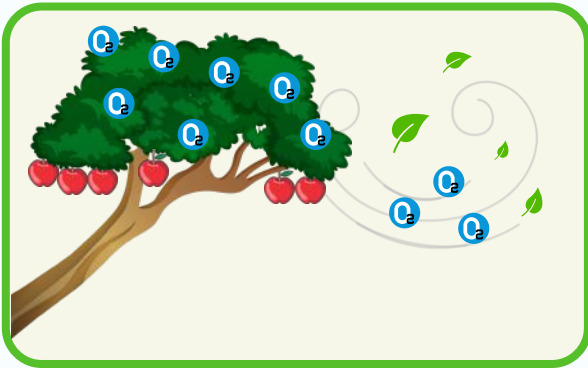
2. Ekosistem Daratan

Ekosistem daratan atau terrestrial mencakup berbagai lingkungan yang ada di atas permukaan tanah. Setiap tipe ekosistem daratan memiliki ciri khas flora dan fauna yang sesuai dengan kondisi iklim dan tanahnya. Misalnya, hutan hujan tropis memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, sementara gurun memiliki spesies yang telah beradaptasi dengan kondisi kering.

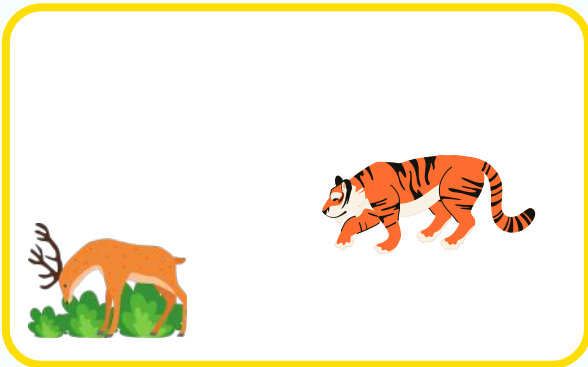
Ekosistem daratan mencakup sekitar 140 hingga 150 juta km², yang merupakan sekitar 25 hingga 30 persen dari total luas permukaan bumi. Ekosistem ini berbeda dengan ekosistem yang ditemukan di perairan. Ciriya ditandai oleh interaksi antara organisme hidup (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) dengan komponen abiotik (iklim, tanah, udara, dan bentuk lahan) dalam suatu wilayah geografis tertentu.



Sebuah organisme hidup atau populasi dalam ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau terlepas. Keberlangsungan interaksi terjadi karena adanya hubungan aliran energi. Aliran energi adalah perpindahan sumber energi yang mengacu pada proses membentuk makanan maupun mendapatkan makanan. Aliran energi memiliki tingkatan dalam ekosistem yang disebut dengan trofik. Trofik dalam ekosistem terbagi menjadi sebagai berikut:

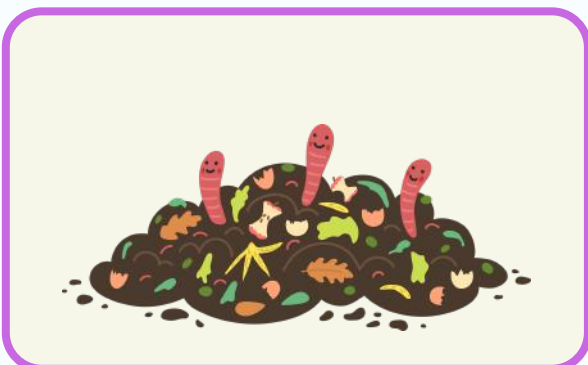


Produsen, tingkat trofik pertama yang merupakan organisme penghasil zat makanannya sendiri (autotrof).



Konsumen, organisme yang tidak dapat membuat makanan sendiri di dalam tubuhnya sehingga disebut heterotrof. Mereka mendapatkan zat-zat organik yang telah di bentuk oleh produsen, atau dari konsumen lain yang menjadi mangsanya. Berdasarkan jenis makanannya, konsumen dikelompokkan sebagai berikut:

- a. herbivora atau pemakan tumbuhan
- b. karnivora atau pemakan daging
- c. omnivora atau pemakan tumbuhan dan daging

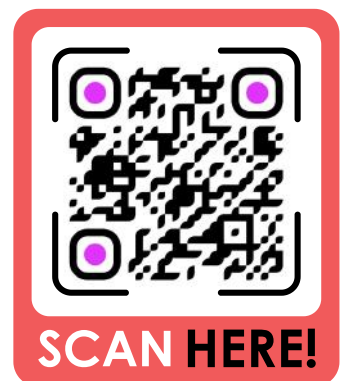


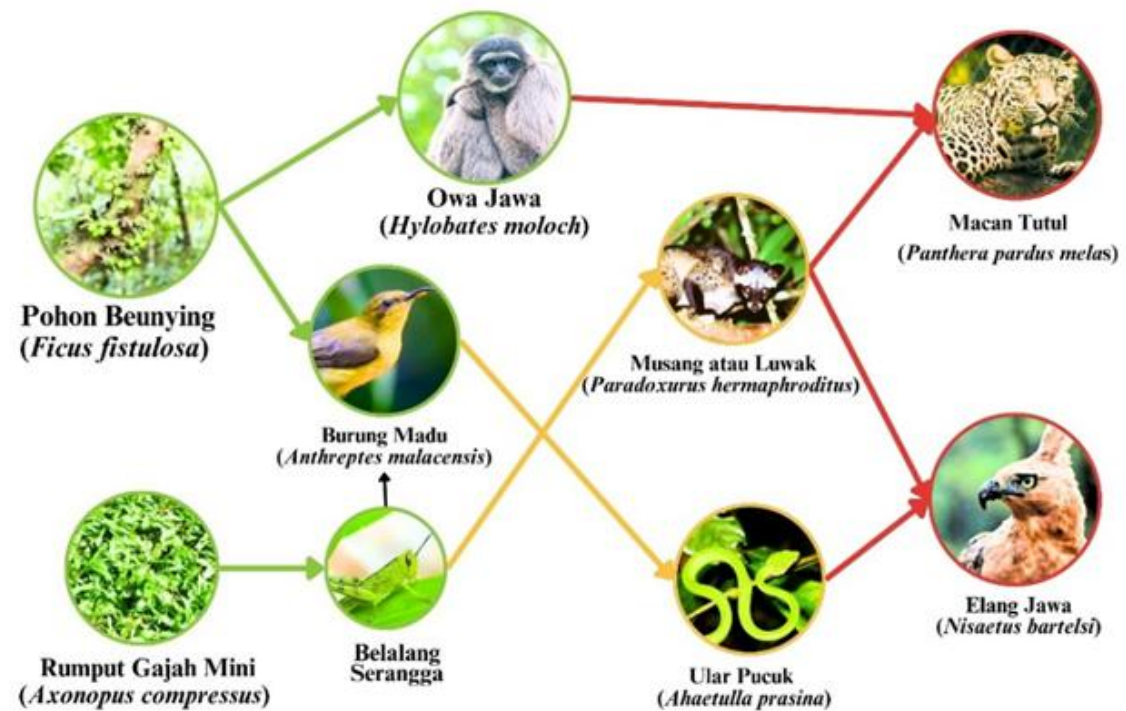
Detritivor, mencangkup bakteri, cacing, dan beberapa insekta merupakan organisme pengurai zat organik di dalam tubuhnya, supaya mendapat nutrisi.

Sebuah organisme hidup atau populasi dalam ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau terlepas. Keberlangsungan interaksi terjadi karena adanya hubungan aliran energi. Aliran energi adalah perpindahan sumber energi yang mengacu pada proses membentuk makanan maupun mendapatkan makanan. Aliran energi memiliki tingkatan dalam ekosistem yang disebut dengan trofik. Trofik dalam ekosistem terbagi menjadi sebagai berikut:



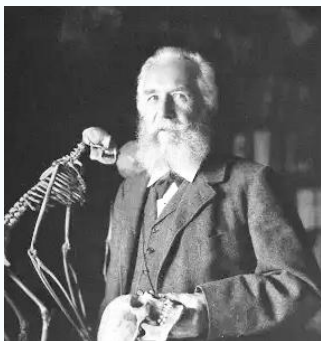
Interaksi trofik dalam ekosistem menciptakan yang sebuah pola rantai berurutan yang disebut **rantai makanan**. Rantai makanan diurutkan mulai dari trofik produsen, konsumen, sampai akhirnya diuraikan dekomposer. Konsumen terbagi menjadi konsumen sekunder yang umumnya berada di urutan tengah dan konsumen puncak. Konsumen puncak menjadi trofik tertinggi dan terakhir karena umumnya memakan konsumen sekunder.





Pola interaksi aliran energi dalam suatu ekosistem terjadi melalui proses makan dan dimakan yang dikenal sebagai rantai makanan dan **jaring-jaring makanan**. Dalam rantai makanan, energi berpindah secara linear dari produsen ke konsumen tingkat pertama hingga ke konsumen puncak, sedangkan dalam jaring-jaring makanan, aliran energi lebih kompleks karena satu organisme dapat memiliki lebih dari satu sumber makanan. Kedua pola ini mencerminkan keterkaitan antar makhluk hidup yang membentuk sistem ekologi yang seimbang dan saling bergantung.

Wawasan Umum



Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834-1919), atau biasa disingkat **Ernst Haeckel**, merupakan perintis dan pengembang salah satu cabang ilmu biologi yaitu Ekologi di tahun 1866. Hubungan atau keterkaitan makhluk hidup dengan lingkungannya kemudian menjadi konsep dasar Ekologi. Selain itu, Haeckel membuat istilah baru di bidang biologi, seperti filum, filogeni, dan kingdom protista, sehingga sering dipanggil

Sumber: Gettyimage.com Bapak Ekologi.



Misi Penelusuran Jamur dalam Ekosistem

Penjelajah Alam! Hari ini, kamu akan memasuki dunia yang menarik dari jamur dan perannya dalam ekosistem. Jamur mungkin tampak sederhana, tetapi mereka memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan alam. Bayangkan kamu berada di dalam hutan yang rimbun, di mana berbagai jenis jamur tumbuh di bawah pepohonan. Misi Anda adalah untuk menyelidiki dan memahami bagaimana jamur berkontribusi dalam ekosistem. Mereka bukan hanya sekadar organisme kecil yang muncul di tanah, tetapi juga pemain kunci dalam proses daur ulang nutrisi, simbiosis, dan bahkan sebagai sumber makanan bagi berbagai spesies.



Sumber: Gettyimage.com

Eksplorasi kamu akan mencari tahu lebih dalam tentang jamur—dari jenis-jenisnya hingga fungsinya yang vital. Siapkan dirimu untuk meneliti dan mengumpulkan informasi. Anda akan menemukan bahwa jamur memiliki kemampuan luar biasa untuk menguraikan bahan organik, berperan dalam pembentukan tanah, dan menjalin hubungan simbiotik dengan tanaman.

Pengetahuan ini akan berguna untukmu dalam menghargai peran jamur dalam ekosistem. Jadi, mari kita mulai misi penelusuran ini! Temukan informasi tentang peranan jamur dan siapkan diri Anda untuk berbagi penemuan yang menakjubkan ini dengan teman-teman Anda. Selamat berselancar di dunia jamur!



REFLEKSI DIGILITERA

Setelah menemukan data hasil eksplorasi tadi, Yukk kita tuliskan di kolom berikut



Nama Lengkap

Contoh: Hendri Ridho Prasetya

Apa yang kamu ketahui tentang Jamur? *

Bagaimana peran Jamur dalam membantu menjaga keseimbangan ekosistem?

Bagaimana yang akan terjadi pada ekosistem jika tidak ada Jamur? *





TOPIK 3

Dampak Lingkungan

Perubahan Alam

Dan

Aktivitas Manusia

Setiap tindakan manusia terhadap lingkungan, sekecil apa pun, memiliki dampak besar terhadap keberlanjutan kehidupan di bumi. Saat ini, dunia menghadapi tantangan besar yang dikenal sebagai **The Triple Planetary Crisis**, yaitu krisis iklim, kehilangan keanekaragaman hayati, dan meningkatnya polusi. Melalui bab ini, kamu akan mempelajari bagaimana aktivitas manusia bisa mempercepat atau memperlambat krisis ini, serta langkah-langkah yang dapat diambil untuk menjaga bumi tetap layak huni bagi semua makhluk hidup.

Nilai Karakter:

- Rasa Ingin Tahu
- Peduli Lingkungan
- Tanggung Jawab

Kata Kunci:

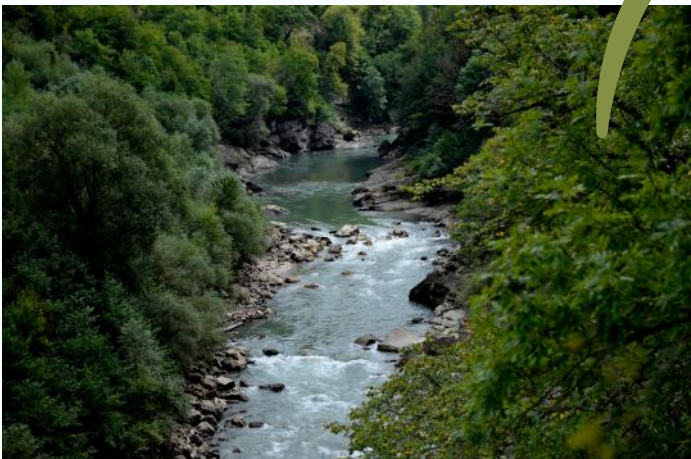
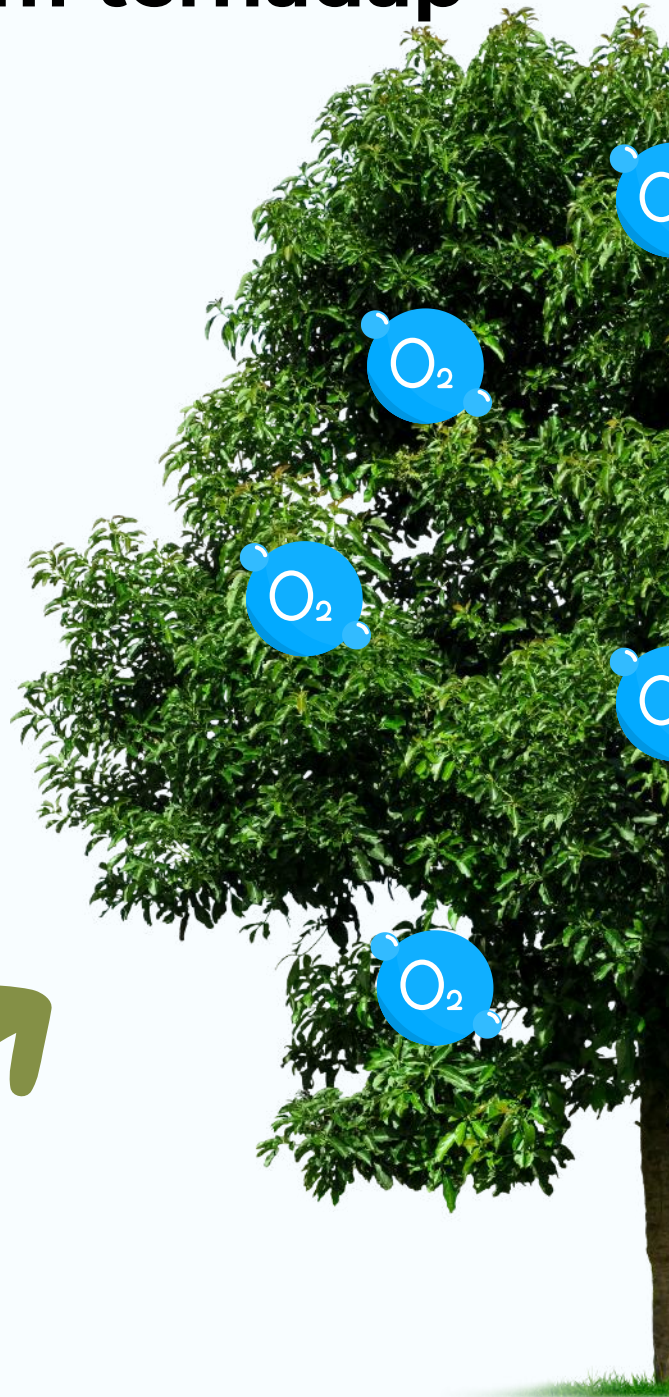
- Pencemaran lingkungan
- Deforestasi
- Konservasi
- *Sustainable Development Goals* (SDGs)

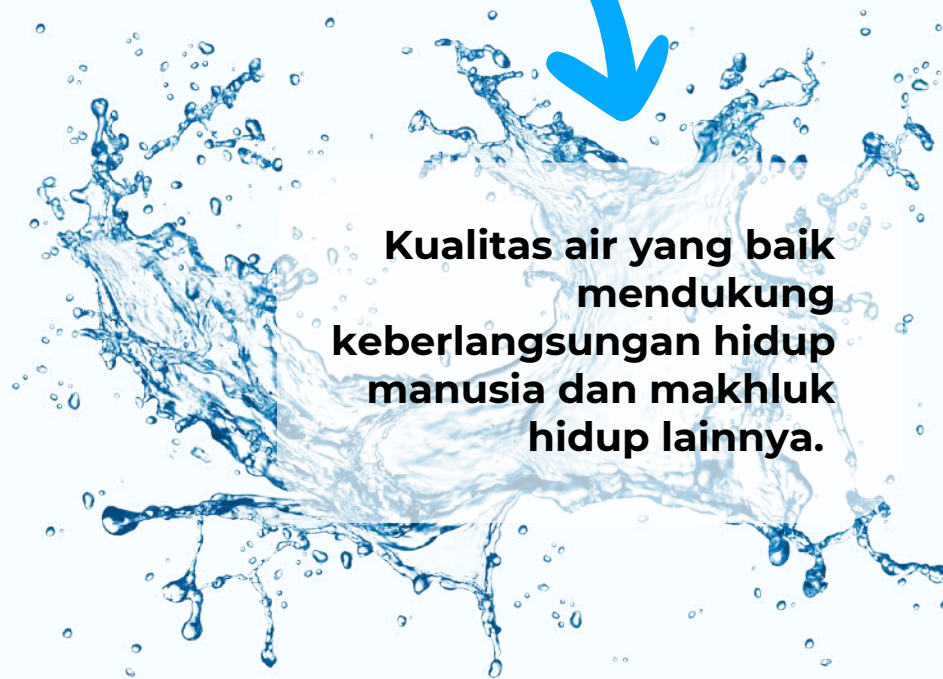
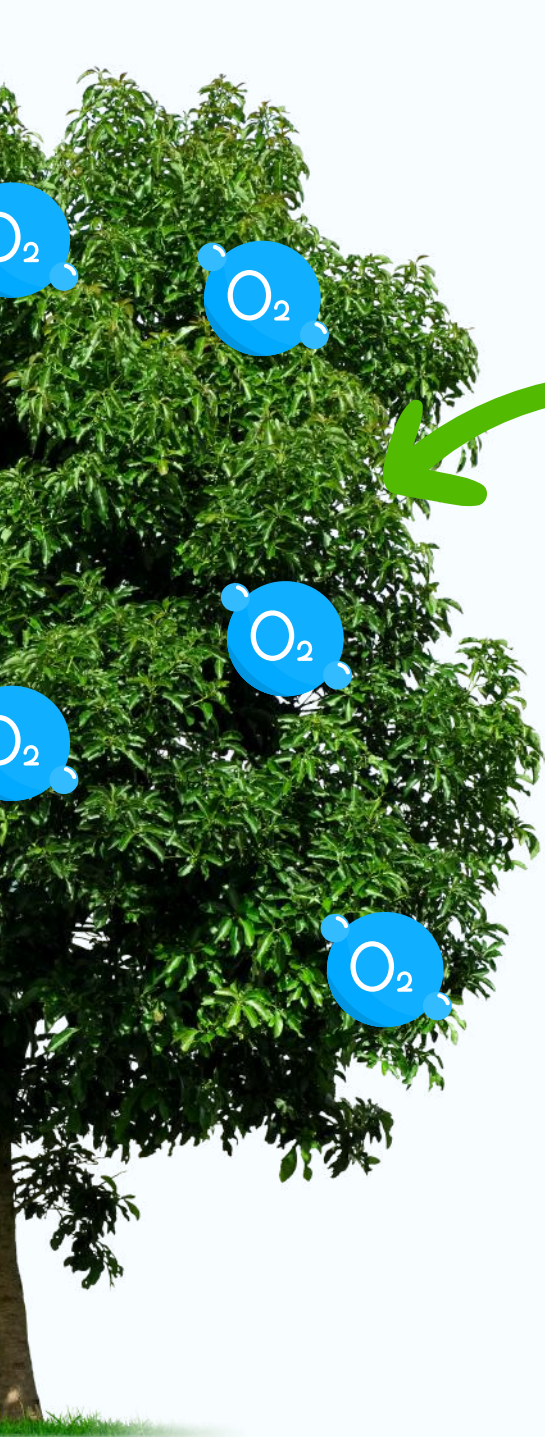
Dampak Ekosistem terhadap Lingkungan

Pohon memiliki banyak manfaat salah satunya adalah menyumbang gas oksigen



burung terkenal sebagai penyebar alami biji tumbuhan alami yang berguna dalam penyebaran pohon baru



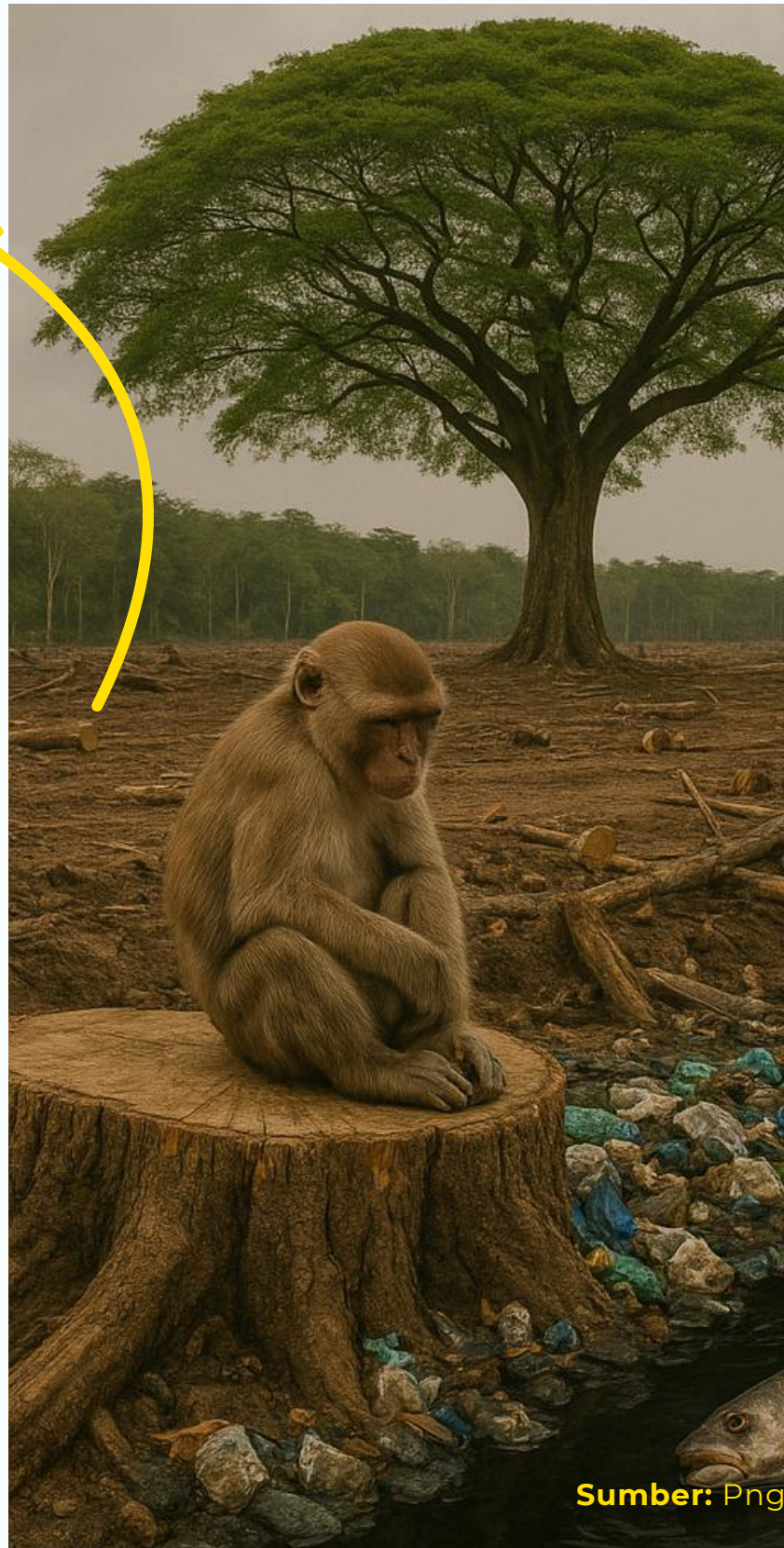
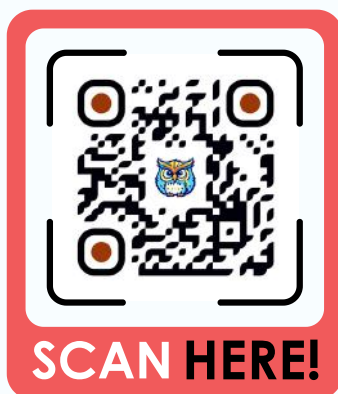


Campur tangan manusia berlebihan dapat berdampak besar dalam perubahan kondisi di suatu ekosistem. Pengekploistasian hewan dan tumbuhan serta ketidakpedulian terhadap lingkungan alam mulai banyak bermunculan di berbagai media informasi. Berikut salah satu contoh dampak berlebihan manusia terhadap ekosistem di Indonesia:

1. Deforestasi

Deforestasi atau penggundulan hutan adalah proses hilangnya tutupan hutan secara permanen yang disebabkan oleh kegiatan manusia seperti pertanian, pemukiman, atau kegiatan industri. Proses ini sering kali menyebabkan hilangnya biodiversitas, karena banyak spesies kehilangan habitatnya.

Dampak jangka panjang dari deforestasi termasuk perubahan iklim akibat pengurangan penyerapan karbon dan peningkatan risiko bencana alam seperti banjir dan longsor.



Sumber: Png

2. Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan mencakup kontaminasi udara, air, dan tanah yang disebabkan oleh bahan berbahaya dari aktivitas manusia.



Pencemaran lingkungan mencakup kontaminasi udara, air, dan tanah yang disebabkan oleh bahan berbahaya dari aktivitas manusia.

Pencemaran udara, misalnya, dihasilkan dari emisi kendaraan dan industri, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan dan merusak ekosistem. Pencemaran air terjadi akibat limbah industri dan pertanian, yang mengancam kehidupan perairan dan kualitas air untuk manusia.

Kualitas air yang menurun dapat mengancam keanekaragaman hayati. Spesies yang sensitif terhadap perubahan kualitas air dapat punah, yang berdampak pada keseluruhan ekosistem.





3. Perubahan Alam

Suhu memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem di Bumi. Perubahan suhu yang signifikan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, perilaku hewan, dan pola migrasi, serta mempengaruhi kesehatan seluruh ekosistem.



Perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang dalam kenaikan suhu global, dan pola cuaca bumi. Meskipun perubahan iklim alami telah terjadi selama ribuan tahun, aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggundulan hutan, dan polusi telah mempercepat perubahan iklim saat ini.

Konservasi menjadi kunci

Konservasi adalah upaya untuk melindungi dan mempertahankan spesies, habitat, dan ekosistem agar tetap lestari. Konservasi bertujuan untuk menjaga keseimbangan alam dan memastikan bahwa generasi mendatang dapat menikmati sumber daya yang sama.



Menjaga Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman spesies memungkinkan ekosistem berfungsi dengan baik dan tahan terhadap perubahan lingkungan.



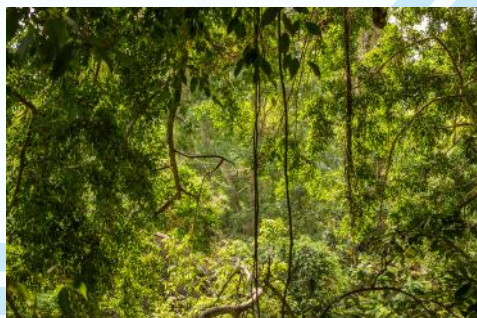
Penyimpanan Sumber Daya Alam

Konservasi membantu mengelola sumber daya seperti air dan tanah, yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan organisme lainnya.



Peran Konservasi dalam Ekosistem

Konservasi memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Beberapa peran utama konservasi meliputi:



Mitigasi Perubahan Iklim

Ekosistem sehat dapat menyerap karbon dioksida, membantu mengurangi dampak perubahan iklim.



Penyediaan Habitat

Melindungi habitat alami memastikan bahwa spesies dapat bertahan dan berkembang biak.

Konservasi Biodiversitas Indonesia



In Situ: Konservasi dilakukan di habitat alami spesies. Pelestarian keanekaragaman hayati di dalam habitat aslinya, menjaga populasi dan komunitas alami.

Taman Nasional

Cagar Alam

Hutan Lindung

Suaka Margasatwa



TN. Wakatobi



CA. Pulau Burung



HL. Wahea



SK. Gunung Sawal



KB. Ragunan



Kebun Raya Bogor



Pusat Suaka Satwa Elang Jawa



Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

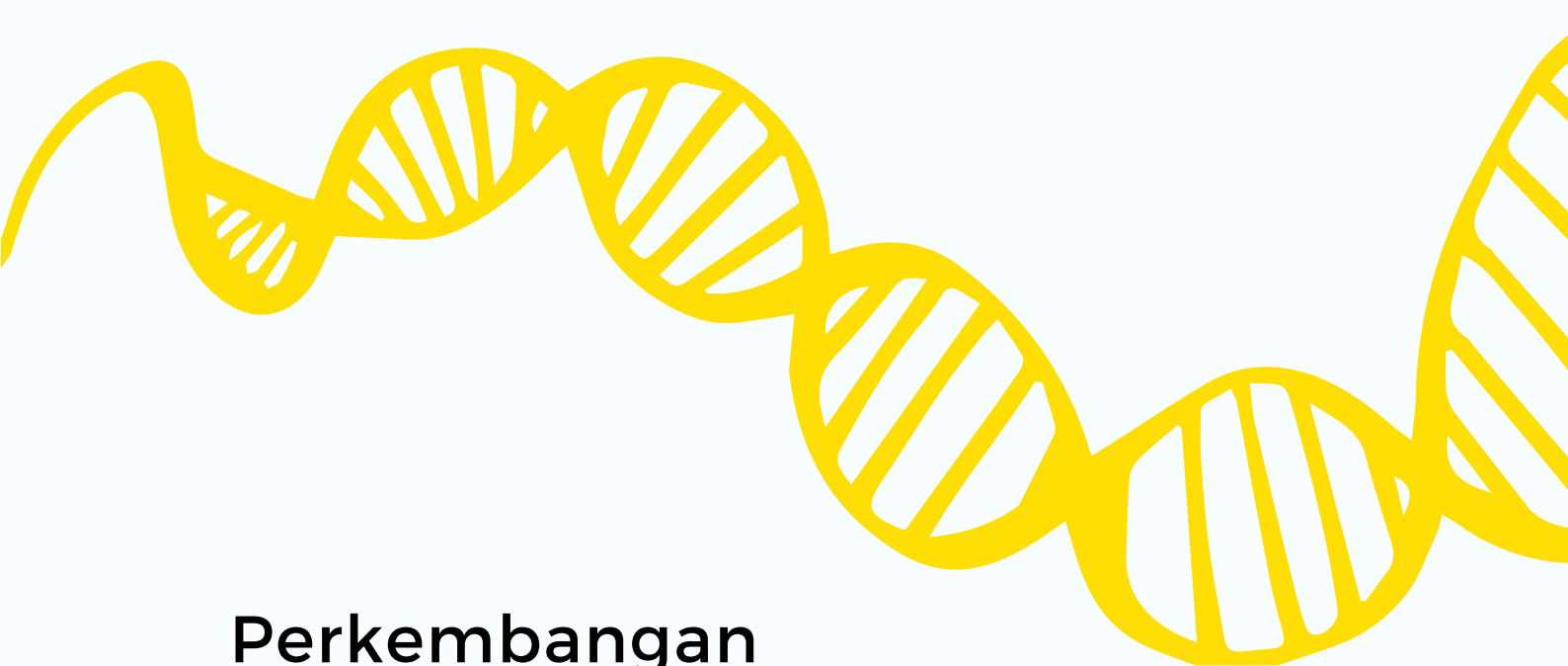
Kebun Binatang

Kebun Botani

Pusat Penyelamatan Binatang (PPS)

Balai Besar Bioteknologi Genetik (BB Biogen)

Ex Situ: Konservasi dilakukan di luar habitat alami. Pelestarian keanekaragaman hayati di luar habitat aslinya, dengan menjaga dan mengembangkan spesies di tempat yang lebih terkontrol.



Perkembangan Teknologi dalam Konservasi

Teknologi modern berkembang memungkinkan penggunaan metode yang lebih efisien dan efektif dalam pemantauan, pengelolaan, dan pemulihan spesies serta ekosistem. Ilmuwan dan peneliti selalu mencoba melindungi dan mempertahankan keanekaragaman hayati yang ada sekarang berbantuan bioteknologi.



Bioteknologi adalah cabang ilmu Biologi yang memanfaatkan teknologi yang memanfaatkan organisme dalam membantu prosesnya. Bioteknologi memainkan peran penting dalam upaya konservasi, dengan menggunakan teknik-teknik modern dalam tingkat genetik, bioteknologi dapat melakukan upaya mempertahankan keanekaragaman hayati.



Penerapan bioteknologi dalam konservasi

DNA Barcoding

Teknologi ini menggunakan urutan DNA untuk mengidentifikasi spesies. Melalui perbandingan bagian DNA tertentu, ilmuwan dapat mengenali dan mendokumentasikan spesies yang mungkin belum teridentifikasi. Hal ini membantu dalam pemantauan keanekaragaman spesies dalam populasi yang sama maupun antar kekerabatan dengan spesies lain.

Peneliti dapat melihat perbedaan genetik di antara individu dalam suatu populasi, yang dapat memberikan wawasan tentang keragaman genetik di dalam spesies.

DNA Barcoding dapat menjadi teknik yang memungkinkan mendeteksi tingkat kerentanan suatu spesies dalam menghadapi ancaman kehidupannya.



Sumber: Gettyimage.com

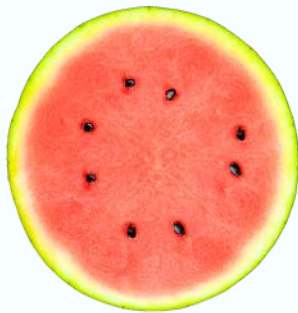
Rekayasa Genetik

Rekayasa genetik adalah teknik yang melibatkan manipulasi DNA organisme untuk mengubah atau meningkatkan sifat-sifat tertentu. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk menambahkan, menghapus, atau memodifikasi gen dalam suatu organisme.

Kloning: Proses membuat salinan identik dari organisme. Kloning digunakan untuk memperbanyak spesies yang terancam punah, sehingga meningkatkan populasi mereka.



Sumber: Gettyimage.com



**Semangka
Berbiji**



**Semangka Tanpa
Berbiji**

DNA Rekombinan: Teknik ini melibatkan penggabungan DNA dari berbagai sumber untuk menciptakan organisme dengan sifat-sifat yang diinginkan, seperti ketahanan terhadap penyakit atau peningkatan hasil.

Info Menarik

CRISPR/Cas9 adalah teknologi pengeditan gen yang memungkinkan ilmuwan untuk mengubah DNA dengan cara yang cepat dan akurat. Teknologi ini memiliki potensi besar dalam konservasi, seperti memperbaiki gen yang menyebabkan kerentanan spesies terhadap penyakit atau meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim.



Sumber: Gettyimage.com



Nasib Owa Jawa dan Tempat Tinggalnya



Sumber: GettyImage.com

Owa Jawa (*Hylobates moloch*) adalah primata endemik Pulau Jawa yang dikenal dengan suara nyanyiannya yang khas dan perannya yang krusial sebagai penyebar biji di ekosistem hutan. Sayangnya, populasi **Owa Jawa terus menurun drastis dan kini berstatus Kritis** (*Critically Endangered*) menurut *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Berbagai aktivitas manusia menjadi pendorong utama ancaman kepunahan spesies ikonik ini.

Hutan-hutan dataran rendah dan perbukitan di Jawa, yang merupakan habitat utama Owa Jawa, terus mengalami konversi menjadi lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, dan infrastruktur. Pembukaan hutan ini tidak hanya menghilangkan tempat tinggal dan sumber makanan Owa Jawa, tetapi juga memecah belah populasi menjadi kelompok-kelompok kecil yang terisolasi. Hal ini meningkatkan risiko perkawinan sedarah (inbreeding) yang dapat menurunkan keanekaragaman genetik dan daya tahan populasi terhadap penyakit.

Perubahan iklim juga dapat memberikan tekanan tambahan pada populasi Owa Jawa. Perubahan pola curah hujan dan suhu dapat mempengaruhi ketersediaan sumber makanan alami mereka. Kepunahan Owa Jawa tidak hanya merupakan kehilangan keanekaragaman hayati yang berharga, tetapi juga akan berdampak negatif terhadap ekosistem hutan Jawa secara keseluruhan. Sebagai penyebar biji yang efektif, hilangnya Owa Jawa dapat mengganggu proses regenerasi hutan secara alami, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman tumbuhan.

REFLEKSI STUDI KASUS

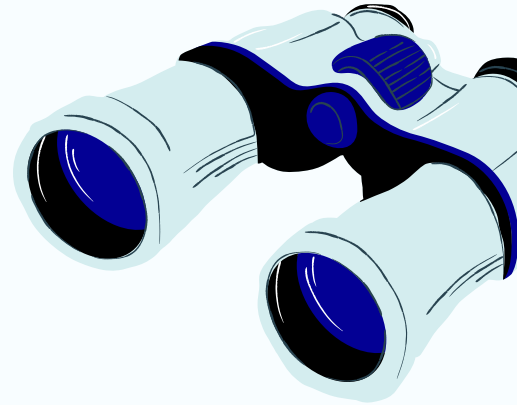
Setelah menemukan data hasil membaca tadi,
Yukk kita tuliskan di kolom berikut

Nama Lengkap *

Menurutmu, apa saja faktor yang membuat
primata seperti Owa Jawa berkurang dan
terancam punah? *

Bagaimana dampaknya pada ekosistem jika
Owa Jawa punah? (Jelaskan dengan detail!)

Menurutmu, apa cara konservasi yang cocok
untuk melestarikan dan melindungi Owa Jawa?
Jelaskan alasan pilihanmu ya



UJI PEMAHAMAN

Pilihan Ganda

Nama Lengkap

Contoh: Hendri Ridho Prasetya

Setiap komponen lingkungan, baik biotik maupun abiotik, memiliki peran yang sangat penting dan saling bergantung satu sama lain. Komponen biotik dalam ekosistem mencakup ...

- ☐ a. udara, tanah, air
- ☐ b. cahaya matahari, batuan, suhu
- ☐ c. hewan, tumbuhan, mikroorganisme
- ☐ d. suhu, tekanan udara, cahaya

Komponen abiotik seperti air, cahaya, dan suhu memiliki pengaruh besar terhadap kehidupan di ekosistem. Jika suhu meningkat secara drastis dalam suatu ekosistem, dampaknya terhadap komponen biotik yang dapat terjadi adalah

- ☐ a. Peningkatan populasi produsen karena lebih banyak cahaya
- ☐ b. Penurunan populasi hewan herbivora yang tidak dapat beradaptasi dengan suhu tinggi
- ☐ c. Meningkatnya keanekaragaman hayati di ekosistem tersebut
- ☐ d. Tidak ada perubahan yang signifikan karena suhu tidak mempengaruhi organisme

Komponen abiotik dalam ekosistem memainkan peran penting dalam mendukung kehidupan. Salah satu contoh komponen abiotik yang memengaruhi fotosintesis adalah

GLOSARIUM

Autotrof : Organisme yang mampu membuat makanannya sendiri.

Abiotik : Segala sesuatu yang tidak bernyawa

Bioteknologi : Bioteknologi adalah ilmu dan teknologi terapan yang memanfaatkan makhluk hidup (mikroorganisme, sel, atau jaringan) untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia.

Biotik : Segala sesuatu yang bernyawa

Ex Situ : Istilah bahasa Latin yang berarti dalam situasi di luar alam liar, misalnya, di dalam kurungan

Ekologi : Ilmu yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan yang lainnya

Ekosistem : Suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik/interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya

Ekosistem darat : Ekosistem yang berada di daratan

Ekosistem perairan : Ekosistem yang berada di perairan

Fitoplankton : Plankton yang berupa tumbuh-tumbuhan

Habitat : daerah di mana satwa hidup dan komponennya

Herbivor : organisme yang mengkonsumsi hanya tumbuhan atau produsen sebagai sumber energi

Heterotrof : Organisme yang tidak bisa membuat makanannya sendiri

In Situ : usaha pelestarian alam yang dilakukan dalam habitat aslinya

Jaring makanan : gabungan dari rantai- rantai makanan yang saling berkaitan dalam ekosistem

Karnivor : organisme yang makan hanya hewan saja sebagai sumber energi

Konservasi : tindakan yang mempromosikan perlindungan, restorasi, pelestarian dan perawatan ekosistem, dan satwa dan tumbuhan yang hidup di dalamnya

Konsumen : Makhluk hidup yang memakai barang atau jasa

Mamalia : Hewan yang menyusui

Makhluk hidup : Sesuatu yang menunjukkan cirri-ciri kehidupan yaitu bernafas, bergerak, menerima dan menanggapi rangsang, berkembang biak, tumbuh dan berkembang

Mangrove : Tumbuhan yang hidup di muara sungai, daerah pasang surut air laut

Omnivor : organisme yang makan baik produsen dan konsumen sebagai sumber energi

Plankton : Plankton yang berupa hewan

Predator : Pemangsa

GLOSARIUM

Produsen : penghasil yang dibutuhkan oleh komponen biotik atau abiotik

Populasi : kumpulan individu sejenis yang menempati suatu wilayah dalam waktu tertentu yang saling berinteraksi

Rantai makanan : peristiwa makan memakan yang menunjukkan bagaimana energi dalam makanan berpindah dari organisme ke organisme yang lain dalam ekosistem

Rekayasa genetik: manipulasi langsung pada bahan genetik (DNA) suatu organisme

Siklus : Suatu proses yang melibatkan beberapa komponen dan berlangsung secara terus menerus

Suhu : ukuran tingkat atau derajat panas atau dingin-nya suatu benda

Trofik : Tingkatan makan-memakan pada suatu ekosistem

Tumbuhan : Kelompok organisme yang masuk dalam kingdom Plantae yang mampu untuk membuat makanannya sendiri melalui proses fotosintesis sehingga disebut organisme autotrof

DAFTAR PUSTAKA

Brilha, J., Gray, M., Pereira, D. I., & Pereira, P. (2018). Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science & Policy*, 8(6), 19-28.

Jainuddin, N. (2023). Dampak Deforestasi terhadap Keanekaragaman Hayati dan Ekosistem. *HUMANITIS: Jurnal Homaniora, Sosial dan Bisnis*, 1(2), 131.

Kafida, W., Suhartawan, B., Daawia, Arianto, T., Marlina, L., Bactiar, E., Nursinar, S., Arman, Z., Hendrati, A., Ningsih, S. M., Susianti, H. (2024). *Ekologi dan Lingkungan*. Penerbit: CV. Gita Lentera.

Kamal, E. & Wulandari, D. P. (2023). *Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan Kelautan*. Sumatra: LPPM Universitas Bung Hatta.

Kementerian Pekerjaan Umum. (2020). *Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)*, viewed 24 March 2025,

<<https://data.pu.go.id/dataset/instalasi-pengolahan-air-limbah-ipal>>

Ningsih, E. P. (2024). Peran Hutan dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Analisis Penyerapan Karbon oleh Hutan Hujan Tropis. *Journal of Horizon*, 1(1), 1-5.

Maknun, Djohar. (2017). Djohar Maknun, D. M. (2017). *Ekologi: Populasi, Komunitas, Ekosistem, Mewujudkan Kampus Hijau, Asri, Islami, dan Ilmiah*. Nurjati Press. Cirebon.

Sanjaya, Putu Krisna A. 2020. *Hutan Lestari Aspek Sosial Ekonomi yang Memengaruhinya*. UNHI Press: Denpasar-Bali.

Sumarto, S., & Koneri, R. (2016). *EKOLOGI HEWAN*. Penerbit: CV. PATRA MEDIA GRAFINDO. Bandung.

Suryono, D. D. (2019). Sampah plastik di perairan pesisir dan laut: Implikasi kepada ekosistem pesisir DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(1), 17-23.

Sutarno, S. (2016). Rekayasa Genetik dan Perkembangan Bioteknologi di Bidang Peternakan. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, vol. 13, no. 1, pp. 23-27.

UNEP (2024): *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a liveable planet as resource use spikes*. International Resource Panel. Nairobi, United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44901>

Wulandari, S. (2020). *Ekosistem Perairan*. Jawa Tengah: Alprin.

Website *social encyclopedia*, viewed 05 March 2025 <<https://alchetron.com>>

Website stock photos, viewed 2025 <<https://www.gettyimages.com>>

Website online video, 14 April viewed 2025 <youtube.com>

BIODATA PENYUSUN

PENULIS

Nama Lengkap : Hendri Ridho Prasetya

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Designer Augmented Reality 3D



TIM PENYUNTING

Nama Lengkap : Prof. Suroso Mukti Leksono, M.Si.

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Guru Besar Pendidikan Konservasi Alam



Nama Lengkap : Adi Nestiadi, M.Pd.

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi dan Ilmu Pengetahuan Alam



Nama Lengkap : Septi Kurniasih, S.Pd., M.Biotech.

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Pendidikan Bioteknologi dan Ilmu Pengetahuan Alam



TIM RISET

Nama Lengkap : Dita Nurul Asyifa

Instansi : UNTIRTA

**Bidang Keahlian : Designer of Educational
Game based Questions**



Nama Lengkap : M. Reihan Anugerah. F. K.

Instansi : UNTIRTA

**Bidang Keahlian : Designer Website
Education**



Nama Lengkap : Afriyani Safitri

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Designer Virtual Lab



Nama Lengkap : Nisa Septiani

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Designer Lumi Education



Nama Lengkap : Bagus Febriansyah

Instansi : UNTIRTA

Bidang Keahlian : Designer e-LKPD



