

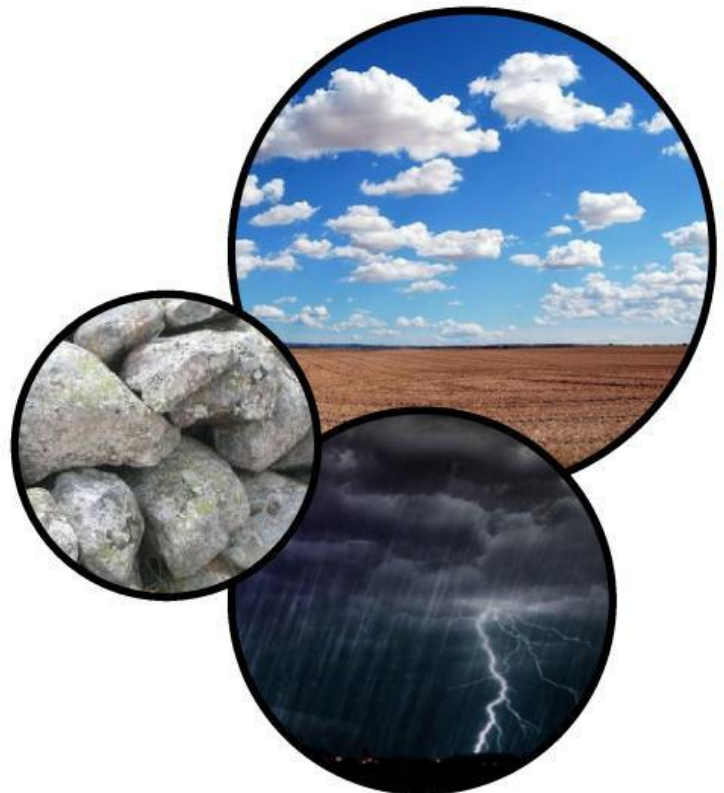
E-LKM 3

DAUR BIOGEOKIMIA DALAM EKOSISTEM

Alokasi Waktu Pembelajaran : 2 JP (2 x 45 menit)

Tujuan Pembelajaran

1. Murid mampu menemukan solusi terhadap gangguan daur biogeokimia dalam suatu ekosistem dengan benar.





Permainan kata di bawah ini akan membantumu menguasai istilah-istilah kunci sebelum mempelajari topik biogeokimia. Tantangan kalian:

1. Temukan **5 kata** yang berkaitan dengan daur biogeokimia dalam kotak pencarian kata di bawah ini.
2. Waktu **2 menit!** (Guru akan memandu)

T	A	N	A	H	A
A	R	A	O	S	I
F	O	R	S	A	R
S	U	L	F	U	R
O	B	A	T	O	B
F	O	S	I	L	N

Poin tambahan: Setelah menemukan kata-kata di atas, pilihlah 2 kata yang paling berperan dalam menjaga keseimbangan daur biogeokimia di ekosistem! Jelaskan masing-masing peranan dari kata-kata tersebut dengan singkat!

✦ SINTAKS 1 - ORIENTASI MURID PADA MASALAH ✦

“Membara di Bawah Tanah Permukaan: Dampak Kebakaran Gambut pada Siklus Alam”



Gambar 12. Hutan Gambut
(Ananda, 2025)



Gambar 13. Kebakaran Hutan Gambut
(Dishut Sumbar, 2023)

Hutan gambut adalah ekosistem lahan basah tropis yang terbentuk dari tumpukan bahan organik seperti sisa organisme yang sudah mati selama ribuan tahun. Proses pelapukan tersebut terjadi pada daerah yang tergenang air, seperti rawa atau pesisir. Kondisi lingkungan yang anaerob (kurang oksigen) menyebabkan proses pelapukan sisa organisme berjalan lambat sehingga terjadi penumpukan dan membentuk lapisan gambut yang tebal.

Hutan gambut berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Hutan ini mampu menyimpan 30% karbon tanah sehingga membantu dalam mengendalikan iklim. Selain itu, hutan gambut juga dapat menyimpan air 13 kali dari bobotnya (Agus & Subiksa, 2008). Tanah gambut berstruktur seperti spons sehingga dapat menyerap air dengan baik saat musim hujan dan mampu menyimpan ketersediaan air saat musim kemarau.

Hutan gambut dapat ditemukan di daerah Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan dan Papua. Hutan gambut ini sering dijadikan penduduk setempat sebagai lahan pertanian. Namun, kebiasaan warga seperti pembukaan lahan dengan cara dibakar menyebabkan kebakaran hutan terjadi. Pada tahun 2023, di Kecamatan Silaut, Kabupaten Pesisir Selatan terjadi kebakaran hutan gambut lebih 100 hektar. Api ditemukan di sejumlah titik dan cukup sulit dipadamkan. Kebakaran ini menyebabkan hilangnya habitat bagi organisme dan lepasnya sejumlah karbon dalam jumlah besar sehingga keseimbangan ekosistem akan terganggu.

Berdasarkan permasalahan di atas, informasi apa yang Ananda dapatkan?



SINTAKS 2 - MENGORGANISASIKAN MURID UNTUK BELAJAR



1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang!
2. Berdasarkan permasalahan di atas, rumuskan **minimal satu pertanyaan** tentang bagaimana kebakaran gambut mempengaruhi daur biogeokimia dan keseimbangan ekosistem! Kaitkan pertanyaan kelompokmu dengan indikator SDG 15.1 (menjamin konservasi, restorasi dan pemanfaatan berkelanjutan dari ekosistem darat)!
3. Ketikkan pertanyaan kelompokmu pada kolom di bawah ini!

Rumusan Masalah

Materi Pendukung

Pelajari terlebih dahulu materi yang terdapat pada video di bawah ini!



Klik dan bacalah artikel pada fitur *EcoRead* di samping untuk mendapatkan informasi tambahan sebelum melanjutkan pada tahap penyelidikan!

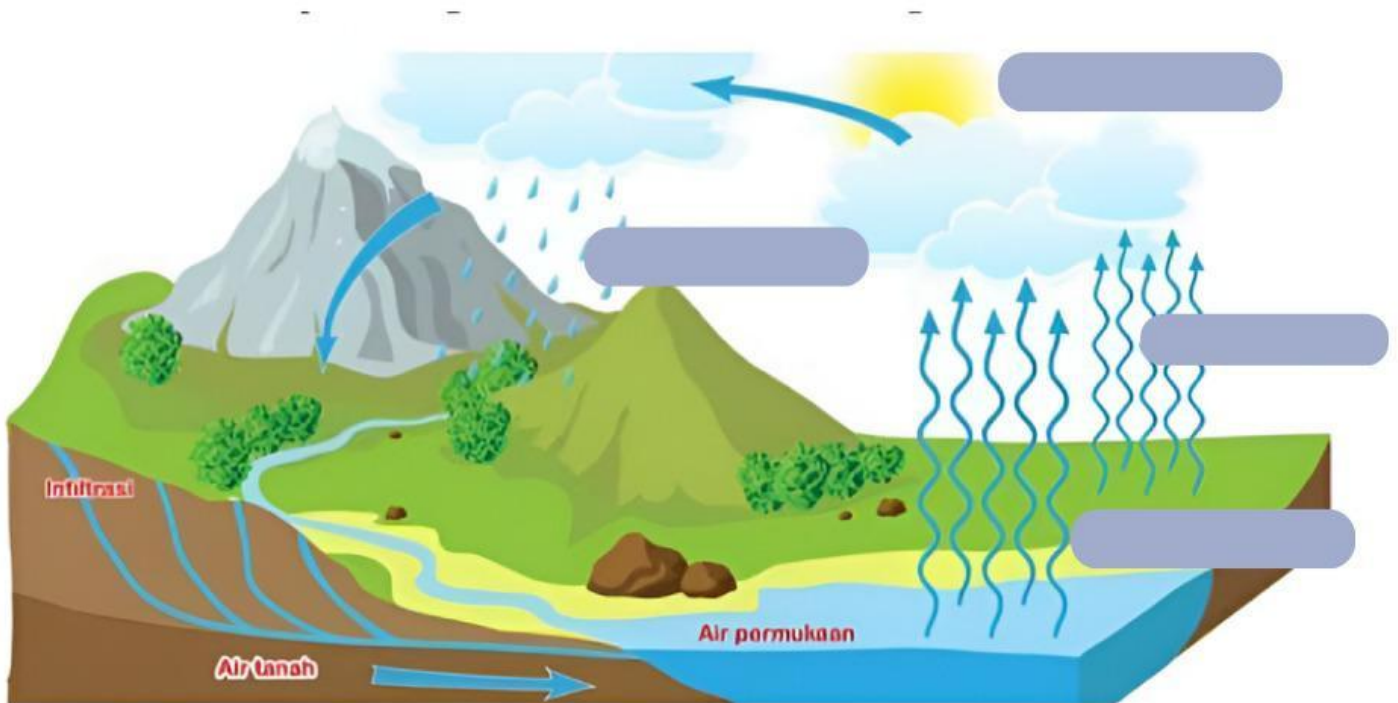


✧ SINTAKS 3 - MEMBIMBING PENYELIDIKAN ✧

Pilih minimal 2 daur yang menurut kelompokmu paling terdampak oleh kebakaran gambut, lalu fokuskan analisismu pada daur tersebut!

A. DAUR AIR

1. Susunlah tahapan daur air berikut! Tariklah nama tahapan kemudian letakkan pada kolom di gambar daur yang telah disediakan!



Gambar 14. Daur Air (Zakiya,2021)

Kondensasi

Evaporasi

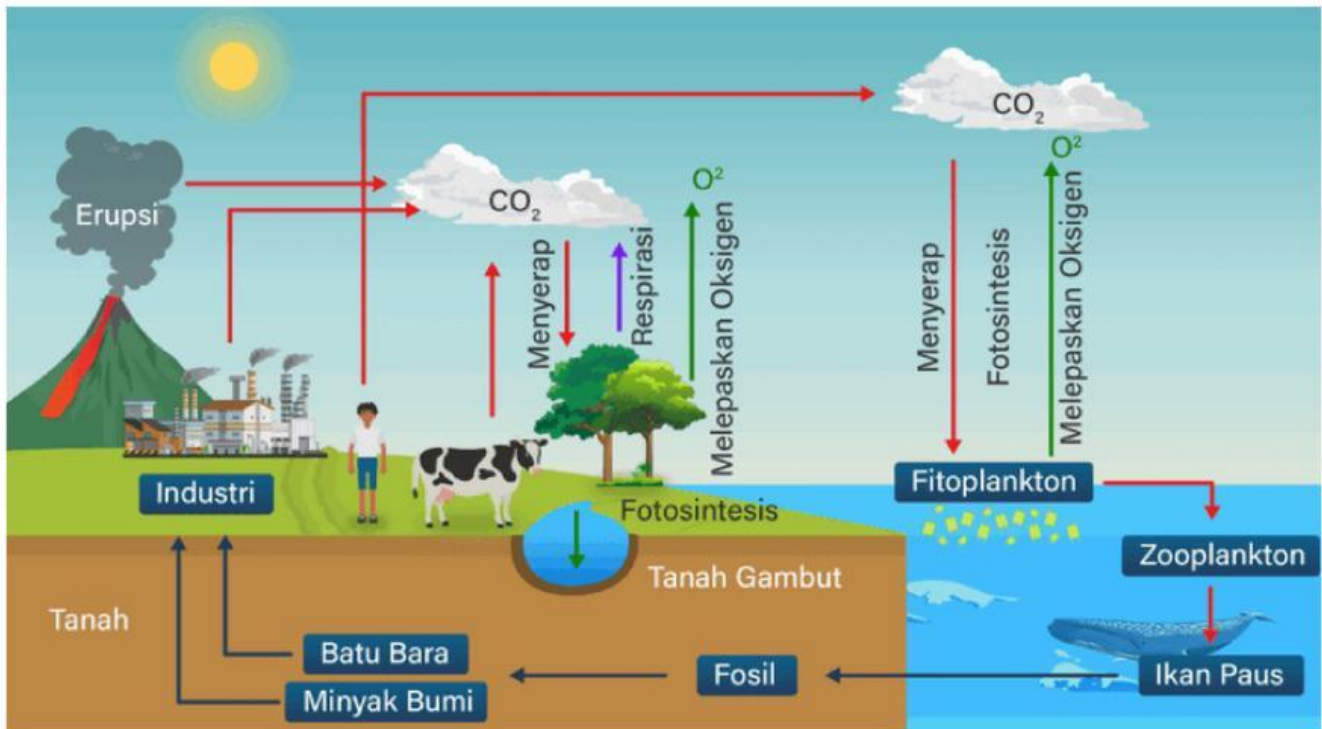
Presipitasi

Transpirasi

2. Jika suatu ekosistem hutan gambut terbakar, jelaskan bagaimana pengaruhnya terhadap keseimbangan daur air pada ekosistem tersebut!

B. DAUR KARBON

Perhatikan daur karbon berikut ini!

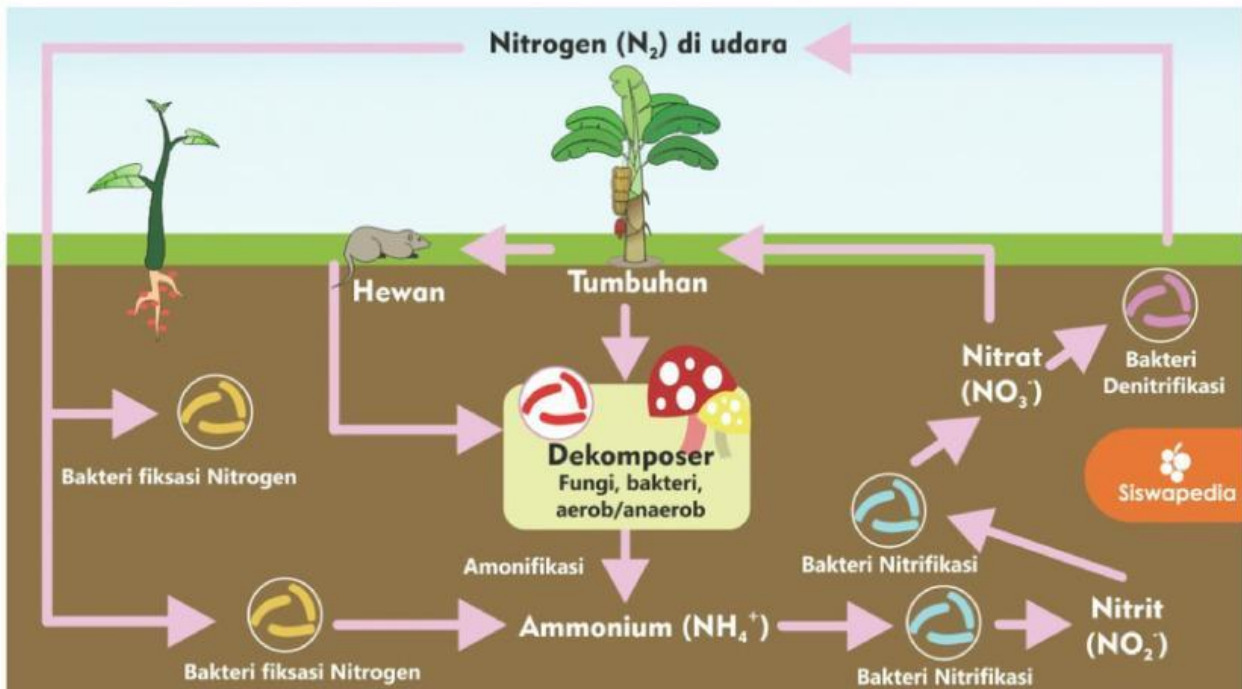


Gambar 15. Daur Karbon (Wati, 2025)

1. Hutan gambut banyak menyimpan karbon di dalamnya. Apabila hutan gambut terbakar, maka apa yang akan terjadi pada daur karbon tersebut? Jelaskan 2-3 kalimat!

2. Apa dampak jangka panjang jika simpanan karbon dari gambut terus hilang akibat kebakaran? Jelaskan 2 akibat pada ekosistem!

C. DAUR NITROGEN



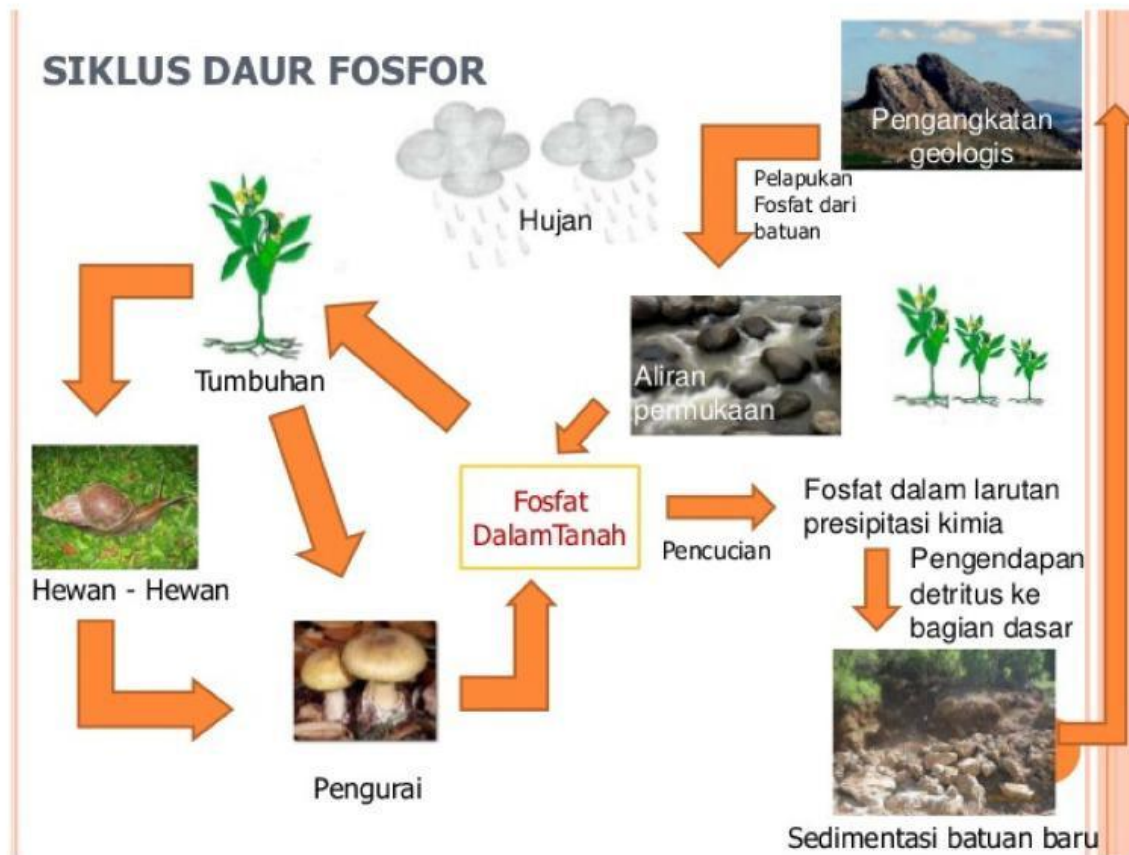
Gambar 16. Daur Nitrogen (Fauzia, 2021)

Berdasarkan gambar, analisis lah pernyataan di bawah ini, kemudian ketikkan (Benar/ Salah) dan sertakan alasanmu pada kolom yang telah di sediakan!

No	Pernyataan	Benar/ Salah	Alasan
1	Tumbuhan dan hewan dapat menyerap nitrogen langsung dari udara		
2	Nitrifikasi adalah proses alami yang dibantu oleh bakteri, dimana amonia diubah menjadi nitrit dan nitrat		
3	Denitrifikasi adalah proses lepasnya nitrogen kembali ke tanah dalam bentuk nitrat		
4	Kebakaran hutan gambut dapat menghentikan proses fiksasi nitrogen karena banyaknya bakteri di tanah yang mati		
5	Terganggunya daur nitrogen akibat kebakaran gambut tidak berpengaruh pada rantai makanan		

D. DAUR FOSFOR

Perhatikan daur fosfor berikut ini!



Gambar 17. Daur Fosfor (Tamam, 2016)

Isilah kalimat rumpang di bawah ini sesuai dengan *keyword* yang telah disediakan!

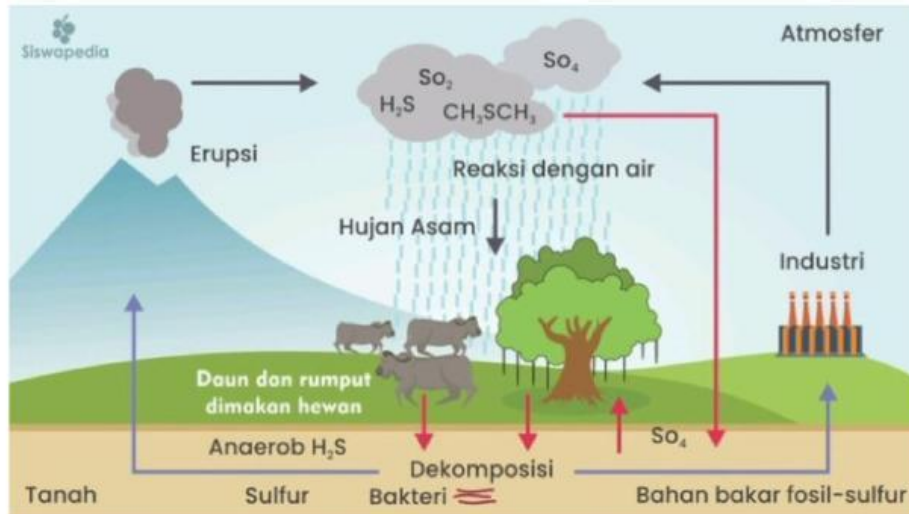
Pada kondisi normal, fosfor dilepaskan dari proses (.....) dan masuk ke tanah untuk digunakan oleh (.....) sebagai nutrisi penting. Namun ketika gambut (.....), lapisan organik yang menyimpan fosfor jangka panjang akan hilang dan fosfor berubah menjadi (.....) yang mudah (.....) terbawa air hujan menuju (.....). Akibatnya, tanah kehilangan cadangan fosfor dalam jangka (.....) dan perairan sekitar berisiko mengalami (.....) karena meningkatnya kadar fosfat.

Keyword

- Pelapukan batuan
- Terbakar
- Eutrofikasi
- Panjang
- Abu
- Tumbuhan
- Larut
- Sungai

E. DAUR SULFUR

Perhatikan daur sulfur berikut ini!



Gambar 18. Daur Sulfur (Rahayu, 2024)

Dalam ekosistem alami, sulfur mengalami daur ulang melalui tanah, air, udara, dan aktivitas mikroorganisme. Senyawa sulfur dari tumbuhan dan hewan yang mati akan diuraikan oleh bakteri, lalu berubah menjadi sulfat yang dapat diserap kembali oleh tumbuhan. Sebagian sulfur juga kembali ke atmosfer dalam bentuk gas melalui proses alami seperti penguraian dan aktivitas mikroba.

Isilah tabel *cause and effect* berikut ini!

No	Peristiwa (<i>cause</i>)	Dampak pada daur sulfur (<i>effect</i>)
1	Kebakaran hutan gambut menyebabkan lepasnya sulfur organik ke udara	
2	Hujan asam turun ke tanah atau benda lainnya	
3	Terbentuknya gas SO_2 dalam jumlah yang besar	
4	Aktivitas bakteri perombak sulfur menurun	

AYO SELIDIKI!

Untuk menjawab pertanyaan yang telah kelompokmu rumuskan, lakukan penyelidikan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah kebakaran hutan gambut mempengaruhi keseimbangan daur biogeokimia? Jelaskan analisis kelompokmu minimal 1 paragraf!

Judul buku atau *link* sumber:

2. Jelaskan bagaimana permasalahan kebakaran gambut dapat menghambat pencapaian indikator SDG 15. 1 (menjamin konservasi, restorasi dan pemanfaatan berkelanjutan dari ekosistem darat)!

**ECO
FACT**



Sebagai sumber inspirasimu dalam merumuskan solusi terhadap permasalahan, kunjungi *EcoFact* tentang upaya Indonesia dalam mewujudkan SDG 15!

3. Tuliskan 1 solusi atau tindakan sederhana yang dapat kelompokmu lakukan untuk mendukung terwujudnya SDG 15. 1 (menjamin konservasi, restorasi dan pemanfaatan berkelanjutan dari ekosistem darat)! Jelaskan secara rinci!

✧ SINTAKS 4 - MENYAJIKAN HASIL KARYA ✧

Sajikanlah hasil diskusi kelompokmu dalam bentuk *mind map* sederhana di kertas HVS dan presentasikan di depan kelas! Pastikan *mind map* kelompokmu memuat hal berikut ini.

1. Permasalahan utama yang dibahas
2. Dampak masalah terhadap keseimbangan daur biogeokimia
3. Keterkaitan masalah dengan indikator SDG 15
4. Solusi kelompokmu terhadap permasalahan

✧ SINTAKS 5 - MENGANALISIS DAN MENGEVALUASI ✧

REFLEKSI KELOMPOK

1. Apa temuan paling penting dari penyelidikan kali ini?
2. Setelah berdiskusi, apakah ada cara pandangmu yang berubah tentang masalah ekosistem ini?
3. Hal apa yang paling berkesan selama kegiatan belajar hari ini?

Pada tahapan ini, kelompokmu akan dibimbing oleh guru menganalisis jawaban dan memberikan penguatan atas hasil diskusimu. Ketiklah kesimpulanmu pada kolom di bawah ini!

EVALUASI 3

A. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang menurutmu paling tepat!

1. Proses perpindahan unsur hara secara berulang melalui makhluk hidup dan lingkungan abiotik disebut...

- A. Rantai makanan
- B. Jaring makanan
- C. Daur biogeokimia
- D. Piramida energi
- E. Suksesi ekologi

2. Perhatikan gambar berikut ini!



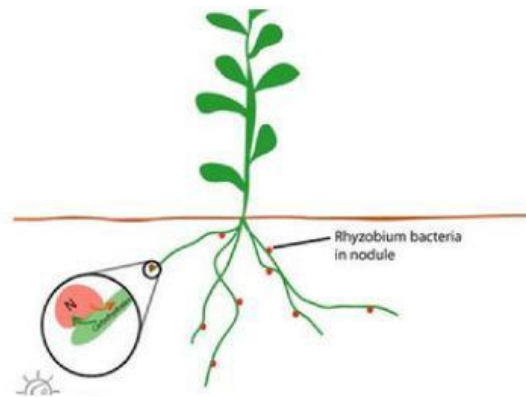
Kota industri menghasilkan asap pabrik, kendaraan padat, dan kawasan hutan sekitar yang mulai berkurang. Jika pola tersebut berlanjut, dampak paling signifikan yang akan terjadi pada daur karbon yaitu...

- A. Konsentrasi O₂ meningkat drastis
- B. Laju respirasi menurun
- C. Proses fotosintesis meningkat
- D. Pengikatan karbon oleh tanah meningkat
- E. Karbon monoksida di atmosfer meningkat

3. Proses perubahan nitrit menjadi nitrat pada daur nitrogen disebut dengan proses....., dan salah satu bakteri yang membantu proses tersebut misalnya....

- A. Nitrifikasi, *Nitobacter* sp
- B. Amonifikasi, *Nitobacter* sp
- C. Nitrifikasi, *Rhizobium* sp
- D. Asimilasi, *Rhizobium* sp
- E. Dekomposisi, *Rhizobium* sp

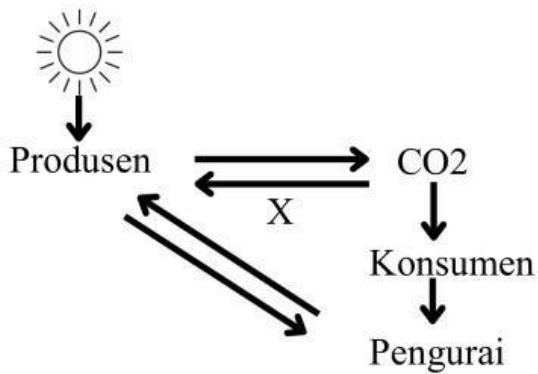
4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada sebuah lahan pertanian, petani menggunakan pestisida kimia dalam jumlah besar untuk memberantas hama daun. Setelah beberapa bulan, tanaman kacang-kacangan menunjukkan pertumbuhan yang lambat, daun menguning, serta jumlah bintil akar berkurang drastis. Analisis laboratorium menunjukkan bahwa populasi bakteri *Rhizobium* di bintil akar hampir hilang. Jika bakteri *Rhizobium* hilang dari akar tanaman, apakah dampak paling langsung yang akan terjadi pada proses fiksasi nitrogen dan pertumbuhan tanaman?

- A. Proses fiksasi nitrogen tetap berjalan normal karena nitrogen dapat langsung diserap dari udara oleh daun
- B. Proses fiksasi nitrogen terhenti sehingga tanaman kekurangan nitrogen untuk tumbuh dan berkembang
- C. Proses fiksasi nitrogen meningkat karena tanaman memproduksi enzim pengikat nitrogen sendiri
- D. Tanaman tetap mendapatkan nitrogen dari akar sehingga tidak ada perubahan pertumbuhan
- E. Fiksasi nitrogen berubah menjadi proses fotosintesis sehingga daun menguning
5. Di sebuah hutan, ditemukan tumpukan serasah daun yang membusuk lebih cepat dibandingkan area lain. Analisis tanah menunjukkan tingginya jumlah bakteri pengurai. Peran bakteri pengurai dalam kondisi tersebut adalah...
- A. Menghambat dekomposisi sehingga serasah daun menumpuk
- B. Mengikat nitrogen bebas dari udara menjadi nitrat
- C. Mempercepat proses fotosintesis secara langsung
- D. Mengubah senyawa organik menjadi unsur hara yang dapat digunakan tumbuhan
- E. Menghasilkan oksigen sebagai produk akhir dekomposisi
6. Hutan di sebuah daerah ditebang habis untuk lahan perkebunan. Setelah beberapa tahun, debit sungai menurun drastis, tanah menjadi kering, dan wilayah lebih sering mengalami banjir saat hujan deras. Hal tersebut disebabkan oleh...
- A. Curah hujan menurun karena evaporasi meningkat drastis
- B. Daur air tetap berjalan normal karena dipengaruhi hanya oleh matahari
- C. Air tanah meningkat karena pohon sudah ditebang
- D. Evaporasi dan transpirasi berkurang sehingga keseimbangan air terganggu
- E. Air sungai menjadi lebih jernih karena hutan hilang
7. Pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi dalam jumlah besar dapat mengganggu daur karbon karena ...
- A. Meningkatkan jumlah oksigen di atmosfer
- B. Mengurangi laju fotosintesis tumbuhan
- C. Melepaskan karbon yang tersimpan ke atmosfer sebagai CO₂
- D. Menghambat respirasi hewan dan manusia
- E. Mengubah nitrogen menjadi amonia

8. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar menunjukkan hubungan antara organisme (produsen), konsumen, dan pengurai. Terlihat adanya pertukaran CO_2 dan suatu proses bertanda X yang terjadi antara organisme dan CO_2 . Berdasarkan gambar tersebut, proses X yang terjadi pada organisme adalah...

- A. Respirasi, yang menghasilkan glukosa dari CO_2 dan air
- B. Fotosintesis, dimana tumbuhan menyerap CO_2 yang dihasilkan konsumen
- C. Fermentasi, yang menghasilkan CO_2 dalam kondisi tanpa oksigen
- D. Transpirasi, yang melepaskan CO_2 ke atmosfer melalui daun
- E. Dekomposisi, yang mengubah CO_2 menjadi senyawa organik dalam tanah

9. Gas SO_2 dari gunung berapi dapat bereaksi di atmosfer menjadi asam sulfat. Dampak proses ini bagi lingkungan adalah ...

- A. Meningkatnya fotosintesis
- B. Penurunan kadar klorofil
- C. Terjadinya hujan asam

D. Pembentukan awan hujan biasa

E. Penurunan laju transpirasi tumbuhan

10. Perhatikan gambar di bawah ini!



Penggunaan pupuk kimia berlebihan dan pembuangan detergen ke sungai dapat memicu eutrofikasi karena ...

- A. Menambah kadar CO_2 di air
- B. Mengubah nitrogen menjadi gas amonia
- C. Mempercepat penguapan air permukaan
- D. Mengurangi intensitas cahaya matahari di daratan
- E. Meningkatkan kandungan nitrat dan fosfat yang memicu ledakan alga