



JURUSAN PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Modul Ajar

EKOSISTEM

Untuk SMA/MA Kelas 11



Muhammad Dimas A

Muhammad F Shofiy



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, Modul Ajar Digital "EkoSphere: Menjelajahi Dinamika Ekosistem Lahan Basah" ini dapat terselesaikan dengan baik. Modul ini dirancang sebagai panduan komprehensif bagi guru dan siswa dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis web "EkoSphere" untuk mencapai tujuan pembelajaran pada materi Ekosistem sesuai dengan amanat Kurikulum Merdeka.

Fokus utama modul ini adalah menyajikan materi ekosistem dalam konteks yang relevan dengan kearifan lokal, yaitu ekosistem lahan basah Kalimantan Selatan. Kami percaya bahwa pembelajaran yang kontekstual akan meningkatkan minat, motivasi, dan pemahaman siswa secara lebih mendalam. Modul ini mengintegrasikan pendekatan pedagogis *Flipped Classroom*, di mana platform EkoSphere menjadi motor penggerak pembelajaran mandiri di luar kelas, dan waktu tatap muka dioptimalkan untuk diskusi serta pemecahan masalah.

Kami menyadari bahwa modul ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kemajuan pendidikan, khususnya dalam pembelajaran Biologi di era digital.

Banjarmasin, Oktober 2025

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	iii
A. Untuk Guru:	1
B. Untuk Siswa:	1
PENDAHULUAN	2
C. Rasional dan Konteks	2
D. Capaian Pembelajaran.....	2
E. Tujuan Pembelajaran	2
KEGIATAN BELAJAR 1	3
KOMPONEN DAN STRUKTUR EKOSISTEM.....	3
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	3
B. Uraian Materi	3
C. Rangkuman	6
D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere.....	6
KEGIATAN BELAJAR 2	7
INTERAKSI ANTARSPESIES DI LAHAN BASAH.....	7
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	8
D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere.....	9
KEGIATAN BELAJAR 3	10
ALIRAN ENERGI DALAM EKOSISTEM LAHAN BASAH	10
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	10
B. Uraian Materi	10
C. Rangkuman	12
D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere.....	13
PENILAIAN	14
A. Tes Formatif.....	14
B. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran.....	15
DAFTAR PUSTAKA	17



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Empat komponen abiotik utama lahan basah Kalsel: Cahaya matahari, Air, Suhu dan iklim, dan tanah.....	4
Gambar 2 Tanaman purun, foto bunga teratai di atas air, dan foto rumpun pohon galam.	5
Gambar 3 Diagram sederhana ikan haruan yang mengejar ikan papuyu yang menggambarkan interaksi predasi.	8
Gambar 4 Diagram visual Rantai Makanan.....	11
Gambar 5 Piramida Energi.....	12



PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini dirancang untuk diimplementasikan dengan model *Flipped Classroom* menggunakan platform "EkoSphere". Berikut adalah alur penggunaannya:

A. Untuk Guru:

- Sebelum Kelas: Tugaskan siswa untuk mempelajari "Kegiatan Belajar" yang relevan melalui platform EkoSphere. Modul ini berfungsi sebagai panduan materi dan aktivitas yang harus diselesaikan siswa.
- Analisis Data: Sebelum sesi tatap muka, akses "Dasbor Guru" di EkoSphere untuk menganalisis data progres dan kesulitan belajar siswa. Gunakan data ini untuk merancang sesi diskusi di kelas.
- Selama Kelas: Gunakan waktu tatap muka untuk aktivitas yang tertera dalam modul, seperti diskusi studi kasus dan pendalaman konsep yang terbukti sulit bagi siswa. Anda berperan sebagai fasilitator.

B. Untuk Siswa:

- Belajar Mandiri: Pelajari "Uraian Materi" pada setiap Kegiatan Belajar melalui platform EkoSphere. Tonton video dan amati gambar yang disediakan.
- Kerjakan Tugas: Selesaikan semua "Tugas dan Aktivitas di EkoSphere" yang tertera di akhir setiap kegiatan belajar. Ini termasuk bermain di "Arena Interaktif" dan menyelesaikan simulasi.
- Siapkan Pertanyaan: Catat hal-hal yang belum Anda pahami untuk didiskusikan bersama guru dan teman-teman di kelas.

PENDAHULUAN

A. Rasional dan Konteks

Selamat datang di modul "EkoSphere"! Pernahkah kalian berjalan di sepanjang siring Sungai Martapura atau melihat hamparan rawa gambut di sekitar Banjarbaru? Lingkungan tersebut adalah ekosistem lahan basah, "rumah" bagi ribuan makhluk hidup yang unik, mulai dari ikan papuyu, bekantan, hingga pohon galam. Ekosistem ini bukan sekadar genangan air, melainkan sebuah sistem kehidupan yang kompleks dan dinamis.

Modul ini akan mengajak kalian untuk menjadi seorang "ahli ekologi digital", menyelidiki bagaimana komponen hidup dan tak hidup di lahan basah saling berinteraksi, bagaimana energi mengalir dari satu organisme ke organisme lain, dan mengapa keseimbangan ekosistem ini sangat penting bagi kehidupan kita di Kalimantan Selatan.

B. Capaian Pembelajaran

Berdasarkan Kurikulum Merdeka Fase E, setelah menyelesaikan unit ini siswa memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal dari pemahamannya tentang komponen ekosistem dan interaksi antar komponen.

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui studi mandiri di platform EkoSphere dan diskusi di kelas, siswa diharapkan mampu:

1. Menganalisis komponen biotik dan abiotik serta peranannya dalam menjaga keseimbangan ekosistem lahan basah.
2. Menganalisis berbagai jenis interaksi antarspesies (simbiosis, predasi, kompetisi) dengan contoh-contoh nyata dari ekosistem lahan basah.
3. Menyusun dan menjelaskan alur aliran energi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan khas ekosistem lahan basah.

KEGIATAN BELAJAR 1

KOMPONEN DAN STRUKTUR EKOSISTEM

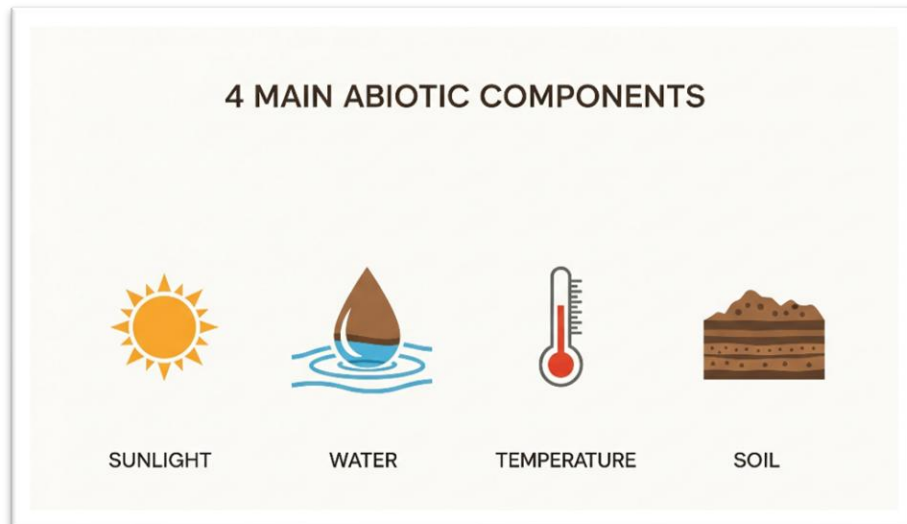
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Siswa mampu membedakan antara komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem.
2. Siswa mampu mengidentifikasi contoh-contoh komponen biotik dan abiotik khas ekosistem lahan basah Kalimantan Selatan.
3. Siswa mampu menjelaskan peran setiap kelompok komponen biotik (produsen, konsumen, dekomposer) dalam ekosistem.

B. Uraian Materi

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Suatu ekosistem mencakup semua organisme yang hidup di suatu area tertentu (komponen biotik), beserta faktor-faktor fisik (komponen abiotik) yang berinteraksi dengan organisme-organisme tersebut (Campbell, 2008). Ekosistem lahan basah kita di Kalimantan Selatan adalah contoh sempurna dari sistem yang kompleks ini.

1. **Komponen Abiotik: Panggung Kehidupan** Komponen abiotik adalah faktor non-hayati (fisik dan kimia) yang menjadi lingkungan bagi organisme hidup. Di lahan basah, komponen abiotik utama meliputi:
 - **Air:** Merupakan komponen dominan. Di banyak wilayah Kalsel, air ini bersifat asam karena berasal dari tanah gambut, yang memengaruhi jenis organisme yang bisa hidup di dalamnya.
 - **Tanah:** Terdiri dari tanah aluvial di sepanjang sungai dan tanah gambut di daerah rawa. Tanah gambut miskin unsur hara, namun menjadi habitat spesifik bagi flora tertentu.
 - **Cahaya Matahari:** Sebagai sumber energi utama bagi semua kehidupan. Intensitasnya yang tinggi di daerah tropis mendukung produktivitas primer yang melimpah.
 - **Suhu dan Iklim:** Suhu yang hangat dan kelembapan tinggi sepanjang tahun menjadi ciri khas yang membentuk ekosistem ini.




Gambar 1 Empat komponen abiotik utama lahan basah Kalsel: Cahaya matahari, Air, Suhu dan iklim, dan tanah.

2. Komponen Biotik: Para Aktor Kehidupan
Komponen biotik adalah semua organisme hidup dalam ekosistem, yang dikelompokkan berdasarkan peranannya dalam aliran energi (tingkat trofik).
 - Produsen (Organisme Autotrof): Mereka adalah dasar dari jaring-jaring makanan. Produsen menggunakan energi matahari untuk mengubah senyawa anorganik menjadi makanan melalui fotosintesis. Di lahan basah, produsen utama adalah:
 - Fitoplankton: Alga mikroskopis yang melayang di air, menjadi produsen utama di perairan terbuka seperti sungai dan danau.
 - Tumbuhan Air: Seperti tanaman purun (*Eleocharis dulcis*) dan teratai (*Nymphaea*).
 - Tumbuhan Rawa: Seperti pohon galam (*Melaleuca cajuputi*) dan pohon rumbia yang menjadi ciri khas vegetasi rawa.



Gambar 2 Tanaman purun, foto bunga teratai di atas air, dan foto rumpun pohon galam.

- **Konsumen (Organisme Heterotrof):** Mereka mendapatkan energi dengan memakan organisme lain.
 - **Konsumen Primer (Herbivor):** Pemakan produsen. Contoh: siput air yang memakan alga, beberapa jenis ikan kecil seperti sepat (*Trichopodus*), dan bekantan (*Nasalis larvatus*) yang memakan pucuk daun dan buah-buahan.
 - **Konsumen Sekunder (Karnivor/Omnivor):** Pemakan herbivor. Contoh: ikan papuyu (*Anabas testudineus*) yang memakan serangga air dan tumbuhan, atau ikan haruan (*Channa striata*) yang memangsa ikan-ikan kecil.
 - **Konsumen Tersier/Puncak:** Predator yang berada di puncak rantai makanan. Contoh: burung bangau yang memakan ikan, biawak air, atau manusia.
- **Dekomposer (Pengurai/Detritivor):** Mereka adalah "tim daur ulang" ekosistem. Dekomposer seperti bakteri dan jamur menguraikan sisa-sisa organisme mati (detritus) menjadi senyawa anorganik sederhana. Proses ini mengembalikan unsur hara penting kembali ke tanah dan air, yang



kemudian dapat digunakan lagi oleh produsen. Tanpa dekomposer, ekosistem akan dipenuhi oleh bangkai dan unsur hara akan terkunci.

C. Rangkuman

1. Ekosistem adalah kesatuan fungsional antara komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (lingkungan fisik).
2. Di lahan basah Kalimantan Selatan, komponen abiotik khasnya adalah air gambut yang asam dan tanah rawa.
3. Komponen biotik dibagi menjadi produsen (tumbuhan), konsumen (hewan), dan dekomposer (bakteri, jamur), yang masing-masing memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem.

D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere

1. Untuk memperkuat pemahaman Anda, silakan login ke platform EkoSphere dan selesaikan tugas-tugas berikut pada menu "Kegiatan Belajar 1":
2. Pelajari Modul Interaktif: Baca kembali materi ini yang disajikan dalam format multimedia di platform.
3. Selesaikan Tantangan: Masuk ke "Arena Interaktif" dan taklukkan mini-game "Klasifikasi Komponen Rawa". Seret setiap organisme dan faktor lingkungan ke dalam kategori yang tepat!

KEGIATAN BELAJAR 2

INTERAKSI ANTARSPESES DI LAHAN BASAH

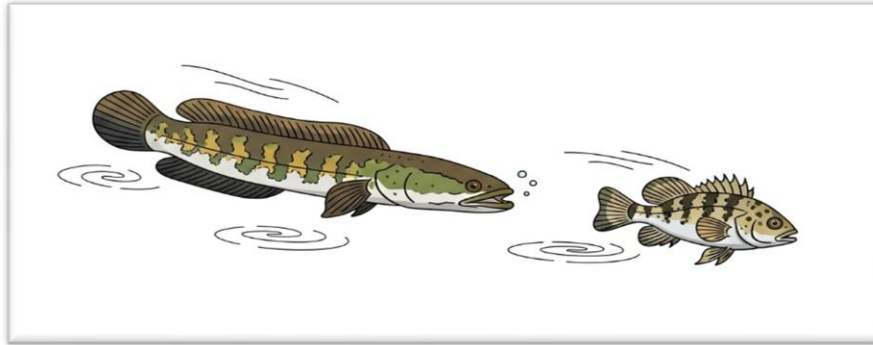
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Siswa mampu menjelaskan jenis-jenis interaksi antarspesies (kompetisi, predasi, simbiosis).
2. Siswa mampu menganalisis contoh-contoh interaksi yang terjadi pada komunitas di ekosistem lahan basah.

B. Uraian Materi

Organisme dalam suatu ekosistem tidak hidup sendiri-sendiri. Mereka membentuk sebuah komunitas, yaitu kumpulan populasi dari spesies yang berbeda yang hidup cukup dekat untuk berinteraksi. Interaksi ini bisa berdampak positif (+), negatif (-), atau netral (0) bagi spesies yang terlibat.

1. Kompetisi (-/-) Terjadi ketika dua atau lebih spesies bersaing untuk mendapatkan sumber daya yang terbatas, seperti makanan, air, atau ruang hidup. Keduanya dirugikan karena energi yang seharusnya digunakan untuk tumbuh dan bereproduksi terpakai untuk bersaing.
 - Contoh di Lahan Basah: Beberapa jenis burung air (seperti bangau dan pekaka emas) mungkin bersaing untuk mendapatkan ikan di area sungai yang sama. Di darat, pohon galam dan tanaman purun bersaing untuk mendapatkan cahaya matahari dan nutrisi dari tanah.
2. Predasi (+/-) Interaksi di mana satu spesies, predator, membunuh dan memakan spesies lain, mangsa. Interaksi ini mendorong evolusi adaptasi baik pada predator (misal: gigi tajam, kecepatan) maupun mangsa (misal: kamuflase, duri).
 - Contoh di Lahan Basah: Ikan haruan adalah predator ganas bagi ikan-ikan yang lebih kecil. Biawak air merupakan predator bagi telur burung, anak ayam, dan hewan kecil lainnya.




Gambar 3 Diagram sederhana ikan haruan yang mengejar ikan papuyu yang menggambarkan interaksi predasi.

3. Simbiosis Hubungan di mana individu dari dua atau lebih spesies hidup dalam kontak langsung dan akrab.
 - Parasitisme (+/-): Parasit mendapatkan nutrisi dari inangnya, yang dirugikan dalam proses tersebut. Contoh: Cacing hati yang hidup di dalam organ ikan haruan.
 - Mutualisme (+/+): Interaksi yang menguntungkan kedua spesies. Contoh: Bakteri *Rhizobium* yang hidup di bintil akar tanaman air. Bakteri ini "mengikat" nitrogen dari udara menjadi bentuk yang bisa digunakan tanaman, dan sebagai imbalannya, bakteri mendapatkan gula dari tanaman.
 - Komensalisme (+/0): Satu spesies diuntungkan, sementara spesies lainnya tidak terpengaruh secara signifikan. Contoh: Tanaman anggrek epifit yang tumbuh di dahan pohon galem. Anggrek mendapat tempat hidup yang lebih tinggi untuk mengakses cahaya matahari, namun tidak mengambil nutrisi dari pohon galem.

C. Rangkuman

1. Interaksi antarspesies dalam sebuah komunitas dapat berupa kompetisi, predasi, dan simbiosis (parasitisme, mutualisme, komensalisme).
2. Setiap interaksi memiliki dampak spesifik (+, -, atau 0) pada kelangsungan hidup dan reproduksi spesies yang terlibat.
3. Interaksi ini membentuk struktur komunitas dan menjaga keseimbangan ekosistem.



D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere

Lanjutkan "Ekspedisi Rawa Gambut" Anda di platform EkoSphere:

1. Pelajari Modul Interaktif: Baca kembali materi interaksi ini.
2. Masuk ke Arena Interaktif: Uji kecepatan dan ketepatan analisis Anda dengan memainkan:
 - "Duel Simbiosis Kalsel": Hadapi kartu-kartu skenario simbiosis khas lahan basah!
 - "Jejak Predator Rawa": Ikuti alur cerita dan tentukan siapa pemangsa dan siapa yang dimangsa!

KEGIATAN BELAJAR 3

ALIRAN ENERGI DALAM EKOSISTEM LAHAN BASAH

A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Siswa mampu menjelaskan konsep aliran energi dan siklus materi dalam ekosistem.
2. Siswa mampu membedakan antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan.
3. Siswa mampu menyusun contoh rantai makanan khas ekosistem lahan basah.
4. Siswa mampu menganalisis konsep piramida energi dan hukum perpindahan energi 10%.

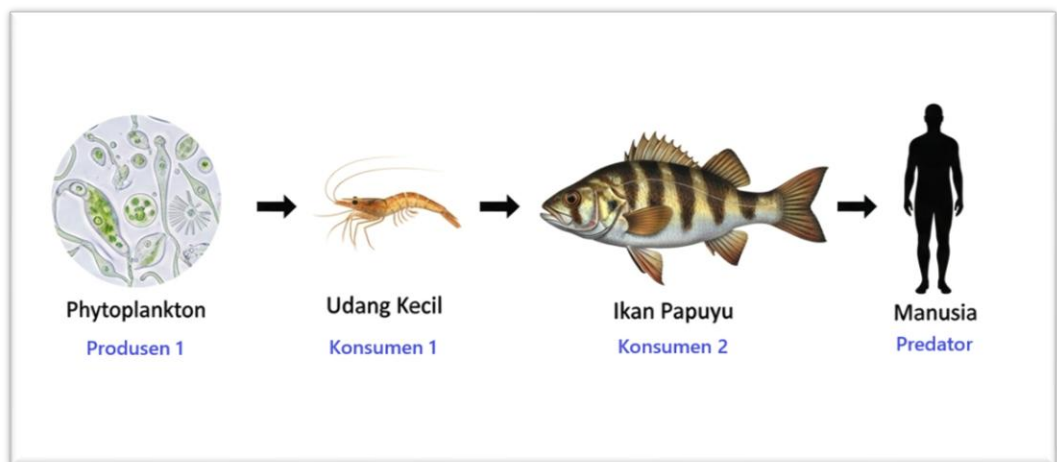
B. Uraian Materi

Dinamika suatu ekosistem sangat bergantung pada dua proses fundamental: aliran energi dan siklus materi (kimia). Aliran energi bersifat searah (linear), dimulai dari matahari, ditangkap oleh produsen, dan berpindah ke konsumen, dengan sebagian besar hilang sebagai panas di setiap tingkatan. Sebaliknya, siklus materi, seperti siklus air dan karbon, bersifat daur ulang, di mana unsur-unsur kimia digunakan kembali secara terus-menerus (Campbell, 2008).

1. Tingkat Trofik: Struktur Makan-Memakan Untuk memahami aliran energi, kita perlu mengelompokkan organisme berdasarkan sumber nutrisi utamanya. Pengelompokan ini disebut tingkat trofik.
 - Tingkat Trofik 1: Produsen Primer. Organisme autotrof yang menjadi penopang utama ekosistem. Contoh di lahan basah: Fitoplankton, tanaman purun, pohon galam.
 - Tingkat Trofik 2: Konsumen Primer. Herbivor yang memakan produsen. Contoh: Zooplankton, siput air, ulat, bekantan.
 - Tingkat Trofik 3: Konsumen Sekunder. Karnivor yang memakan herbivor. Contoh: Ikan-ikan kecil seperti sepat dan papuyu yang memakan serangga dan zooplankton.
 - Tingkat Trofik 4: Konsumen Tersier. Karnivor yang memakan karnivor lain. Contoh: Ikan haruan (gabus) yang memangsa ikan-ikan kecil.

- Tingkat Trofik 5: Konsumen Puncak (Kuartener). Predator puncak yang biasanya tidak memiliki predator alami di ekosistemnya.
Contoh: Burung bangau, biawak air, atau manusia.
2. Rantai Makanan dan Jaring-jaring Makanan Alur perpindahan energi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya digambarkan melalui rantai makanan.
- Rantai Makanan (*Food Chain*): Adalah jalur tunggal aliran energi.
Contoh sederhana di lahan basah:

Fitoplankton → Udang Kecil → Ikan Papuyu → Manusia

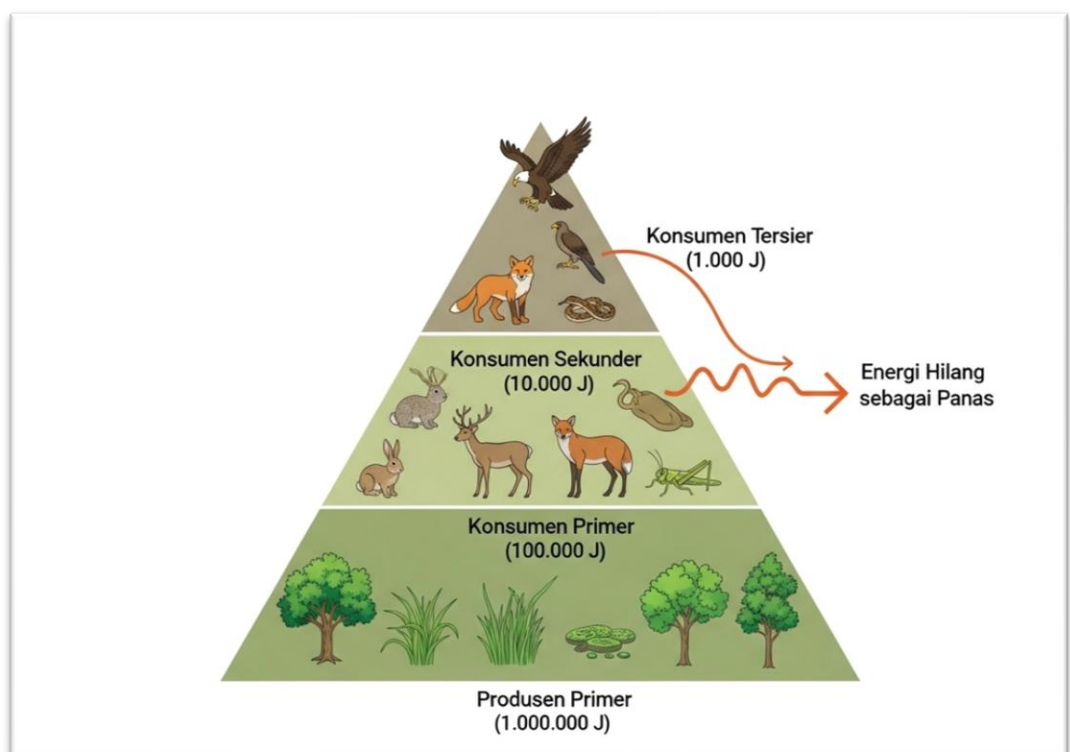


Gambar 4 Diagram visual Rantai Makanan.

- Jaring-jaring Makanan (*Food Web*): Di alam, suatu organisme jarang sekali hanya memakan satu jenis organisme lain. Oleh karena itu, beberapa rantai makanan yang saling berhubungan akan membentuk jaring-jaring makanan yang lebih kompleks dan realistis. Seekor burung bangau, misalnya, tidak hanya memakan ikan, tetapi juga bisa memakan katak atau serangga besar. Jaring-jaring makanan menunjukkan stabilitas ekosistem; semakin kompleks jaring-jaringnya, semakin stabil ekosistem tersebut.
3. Piramida Energi dan Efisiensi Ekologis Jumlah energi yang berpindah dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya sangat terbatas. Ini digambarkan dalam bentuk piramida energi.
- Hukum 10%: Rata-rata, hanya sekitar 10% energi yang tersimpan dalam biomassa di satu tingkat trofik yang akan diubah menjadi

biomassa di tingkat trofik berikutnya. Sisa 90% energi hilang, sebagian besar sebagai panas selama proses respirasi seluler, atau tidak dikonsumsi (Campbell, 2008).


- Implikasi: Karena kehilangan energi yang besar di setiap tingkatan, jumlah organisme dan total biomassa di tingkat trofik yang lebih tinggi akan selalu lebih sedikit daripada di tingkat trofik di bawahnya. Inilah mengapa populasi produsen (tumbuhan) selalu jauh lebih melimpah daripada populasi predator puncak (elang atau harimau).



Gambar 5 Piramida Energi

C. Rangkuman

1. Energi mengalir secara searah dalam ekosistem, dari produsen ke berbagai tingkat konsumen, sementara materi didaur ulang.
2. Rantai makanan adalah jalur tunggal aliran energi, sedangkan jaring-jaring makanan adalah gabungan beberapa rantai makanan yang saling berhubungan.
3. Hanya sekitar 10% energi yang berpindah dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya; sisanya hilang sebagai panas. Hal ini membatasi jumlah tingkatan dalam sebuah rantai makanan.



D. Tugas dan Aktivitas di EkoSphere

Selesaikan misi terakhir dalam "Ekspedisi Rawa Gambut" Anda di platform EkoSphere:


1. Pelajari Modul Interaktif: Baca kembali materi aliran energi ini.
2. Masuk ke Arena Interaktif: Mainkan simulasi utama "Kisah Rantai Makanan Rawa". Bangun rantai makanan langkah demi langkah, dan perhatikan bagaimana panah aliran energi terbentuk. Coba bangun beberapa rantai makanan berbeda untuk melihat bagaimana mereka membentuk jaring-jaring makanan!

PENILAIAN

A. Tes Formatif

Petunjuk: Pilih jawaban yang paling tepat atau jawab pertanyaan esai dengan jelas dan ringkas.

1. Di ekosistem rawa gambut Kalimantan Selatan, organisme yang berperan sebagai produsen primer adalah...
 - a. Ikan haruan dan ikan papuyu
 - b. Bakteri dan jamur pembusuk
 - c. Fitoplankton dan tanaman purun
 - d. Bekantan dan siput air
2. Seorang siswa mengamati seekor burung pekaka emas menangkap ikan kecil di tepi sungai. Interaksi yang terjadi antara kedua organisme tersebut adalah...
 - a. Kompetisi
 - b. Predasi
 - c. Mutualisme
 - d. Komensalisme
3. Pernyataan yang paling tepat membedakan antara aliran energi dan siklus materi adalah...
 - a. Aliran energi dan siklus materi keduanya bersifat daur ulang.
 - b. Aliran energi bersifat searah (linear), sedangkan siklus materi bersifat daur ulang.
 - c. Aliran energi bersifat daur ulang, sedangkan siklus materi bersifat searah.
 - d. Aliran energi hanya terjadi pada produsen, sedangkan siklus materi terjadi pada konsumen.

- 
4. Jika dalam suatu rantai makanan di lahan basah, energi yang tersedia pada tingkat produsen (fitoplankton) adalah 50.000 Joule, berapakah perkiraan energi yang akan diterima oleh konsumen sekunder (ikan papuyu)?
 - a. 50.000 J
 - b. 5.000 J
 - c. 500 J
 - d. 50 J
 5. (Esai Analisis) Akhir-akhir ini, terjadi alih fungsi lahan rawa di dekat Banjarmasin menjadi area perumahan. Pohon galam dan tanaman purun banyak ditebang. Berdasarkan konsep jaring-jaring makanan dan piramida energi, prediksikan minimal dua dampak ekologis jangka panjang dari aktivitas tersebut!

B. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

1. C. Fitoplankton dan tanaman purun adalah organisme autotrof yang melakukan fotosintesis.
2. B. Predasi adalah interaksi di mana satu organisme (predator) memakan organisme lain (mangsa).
3. B. Energi mengalir dari matahari ke ekosistem dan hilang sebagai panas, tidak dapat digunakan kembali. Materi (unsur kimia) terus-menerus didaur ulang oleh dekomposer.
4. C. Berdasarkan hukum 10%:
 - Produsen (50.000 J) → Konsumen Primer (5.000 J) → Konsumen Sekunder (500 J).
5. Pedoman Penskoran Esai Analisis (Skor Maksimal 10):
 - Menyebutkan dampak pada konsumen primer (Skor 4): Jawaban menjelaskan bahwa hilangnya produsen akan menyebabkan penurunan populasi herbivor yang bergantung padanya (misal: serangga, siput, beberapa ikan kecil) karena kelangkaan sumber makanan.

- Menyebutkan dampak beruntun pada tingkat trofik lebih tinggi (Skor 4): Jawaban menjelaskan bahwa penurunan populasi herbivor akan berdampak pada predator mereka (konsumen sekunder dan tersier), menyebabkan kelangkaan makanan dan penurunan populasi predator juga. Ini menunjukkan pemahaman tentang efek domino dalam jaringan makanan.
- Menyebutkan dampak lain yang relevan (Skor 2): Jawaban bisa menyebutkan dampak lain seperti hilangnya habitat bagi banyak spesies (tidak hanya soal makanan), meningkatnya kompetisi untuk sumber daya yang tersisa, atau kerusakan siklus air lokal.
- Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan (Skor 0).



DAFTAR PUSTAKA

Ayuk Ratna Puspaningsih, Tjahjarmawan, E., & Krisdianti, N. R. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X* (Cetakan pertama, Jilid 1). Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Ayuk Ratna Puspaningsih, Tjahjarmawan, E., & Krisdianti, N. R. (2021). *Buku Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA Kelas X* (Cetakan pertama, Jilid 1). Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2008). *Biologi* (Edisi kedelapan, Jilid 2). Penerbit Erlangga.