

EKOSISTEM & DAUR BIOGEOKIMIA

Ilyas H. Husain, M.Pd.
Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.
Nurul Fajryani Usman, M.Pd
Muhammad Rizkiansyah Lukum
Sabrina Yusuf Anisa Saskia Ibrahim
Siti Nurul Adia Pulumoduyo
Karmila Tauna
Fadila Bau

Editor : Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.



EKOSISTEM DAN DAUR BIOGEOKIMIA

Ilyas H. Husain, M.Pd.

Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.

Nurul Fajryani Usman, M.Pd

Muhammad Rizkiansyah Lukum

Sabrina Yusuf

Anisa Saskia Ibrahim

Siti Nurul Adia Pulumoduyo

Karmila Tauna

Fadila Bau



TAHTA MEDIA GROUP

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

EKOSISTEM DAN DAUR BIOGEOKIMIA

Penulis:

Ilyas H. Husain, M.Pd.
Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.
Nurul Fajryani Usman, M.Pd
Muhammad Rizkiansyah Lukum
Sabrina Yusuf
Anisa Saskia Ibrahim
Siti Nurul Adia Pulumoduyo
Karmila Tauna
Fadila Bau

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Dr. Masra Latjompoh, M.Pd.

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

v, 69, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-147-443-8

Cetakan Pertama:

Juni 2024

Hak Cipta 2024, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2024 by Tahta Media Group

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ini. Sholawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan buku yang berjudul **"Ekosistem dan Daur Biogeokimia"**.

Ekosistem merupakan kumpulan makhluk hidup, tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, serta lingkungan fisik yang saling berinteraksi secara kompleks. Dalam buku ini, Anda akan mempelajari tentang siklus kehidupan, komponen- komponen ekosistem, satuan-satuan makhluk hidup, rantai makanan, aliran energi, siklus biogeokimia dan peran penting yang dimiliki oleh setiap komponen ekosistem dalam menjaga keseimbangan alam.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas buku ini. Para penulis berharap agar buku ini dapat memberikan manfaat dan memberi kontribusi pada peningkatan pengetahuan bagi semua pembacanya.

Gorontalo, April 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I KOMPONEN BIOTIK	1
A. Pengertian Ekosistem Biotik.....	1
B. Macam-Macam Ekosistem Biotik.....	2
C. Contoh Ekosistem	5
BAB II KOMPONEN ABIOTIK	7
A. Pengertian Komponen Abiotik.....	7
BAB III SATUAN-SATUAN MAKLUK HIDUP.....	19
A. Pengertian Satuan-satuan Makluk Hidup	19
B. Macam-Macam Satuan Makluk Hidup.....	19
BAB IV ALIRAN ENERGI DI DALAM EKOSISTEM.....	29
A. Aliran Energi.....	30
B. Rantai Makanan	36
C. Jaring Makanan	37
D. Piramida Ekologi.....	37
E. Produktivitas Ekosistem	39
F. Produsen	40
G. Konsumen Primer	41
H. Konsumen Sekunder dan Tersier.....	41
I. Pengurai.....	41
BAB V SIKLUS BIOGEOKIMIA	42
A. Pengertian Siklus Biogeokimia.....	42
B. Macam-Macam Siklus Biogeokimia.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	61
PROFIL PENULIS	65

BAB I

KOMPONEN BIOTIK

A. PENGERTIAN EKOSISTEM BIOTIK

Manusia mendiami lingkungan hidup, kesatuan ruang dengan seluruh makhluk hidup, mempengaruhi alam, menunjang kehidupan, dan memajukan kesejahteraan manusia. Mereka memenuhi kebutuhan sehari-hari melalui kegiatan menanam, memasak, dan kebutuhan dasar seperti sandang, pangan, papan, serta jasa lingkungan termasuk alam.

Kesetiaan alam dalam mempersiapkan segala bentuk kehidupan merupakan suatu hal yang baik. Manusia harus memanfaatkan alam dan bersikap ramah terhadapnya, dengan mempertimbangkan kekuasaan dan kapasitas. Lingkungan yang baik akan memberikan dampak positif bagi manusia dan makhluk hidup lainnya, sedangkan lingkungan yang rusak akan memberikan dampak negatif bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

Aktivitas manusia dapat menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga menimbulkan timbunan sampah secara berlebihan yang berdampak bagi lingkungan dan terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Di daerah yang banyak menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun, sebagian limbah dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang baik. Ketidadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di industri semakin memperparah permasalahan ini, menyebabkan pembuangan limbah cair ke perairan umum, pencemaran air, tanah, dan udara, membahayakan nyawa, serta mencemari manusia yang mengonsumsi makanan dan air.

Air, tanah, dan udara yang tercemar mencemari tanaman, melepaskan B3, yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Konsumsi B3 dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut, sehingga penting untuk melindungi alam karena kerusakan terhadap alam dapat berdampak pada manusia.

Ekosistem adalah komunitas biologis yang beragam dengan karakteristik unik, mulai dari tingkat rendah hingga tinggi, dan mencakup ekosistem mini dengan karakteristik berbeda satu sama lain.

Ekosistem dikategorikan menjadi ekosistem yang berada di bawah tekanan lingkungan (pengalihan lahan) dan ekosistem yang berada di lingkungan dengan pengalihan lahan yang lebih sedikit, sehingga mempengaruhi tingkat keanekaragaman hayati di setiap ekosistem..

Ekosistem adalah sistem rumit yang dipengaruhi oleh unsur biotik, fisik, dan kimia, dengan integritasnya dipengaruhi oleh energi, daur ulang nutrisi, dan produktivitas.

Tillery (2007) mengidentifikasi komponen ekosistem sebagai komponen biotik atau makhluk hidup, dan komponena biotik sebagai komponen yang mempengaruhi makhluk hidup.

Komponen biotik adalah unsur-unsur lingkungan hidup, termasuk semua makhluk hidup dalam suatu ekosistem, yang dicirikan oleh pernapasan, pertumbuhan, reproduksi, sifatmudahmarah, dan kebutuhanakanmakanan dan air yang terus menerus. Bagian initerdiri dari tumbuhan, hewan, dan manusia, membentuk tiga komponen biotik: produsen, konsumen, dan pengurai, yang memanfaatkan ekosistemnya untuk makanan.

B. MACAM-MACAM EKOSISTEM BIOTIK

Pada ekosistem darat maupun ekosistem air mengandung dua jenis organisme hidup yang merupakan bagian dari ekosistem biotik. Dari dua macam komponen biotic yaitu :

- a) Autrofilik. Produsen adalah organisme yang menghasilkan energy dari bahanan organic melalui fotosintesis atau kemosintesis, untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.
- b) Heterofilik, Organisme, termasuk konsumen makro dan konsumen mikro, memanfaatkan, mengubah, atau memecah bahan organik kompleks yang dihasilkan oleh komponen autotrofik.

Secara struktural ekosistem mempunyai enam komponen sebagai berikut:

- a) Bahan anorganik seperti C, N, CO₂, dan H₂O akan didaur ulang.
- b) Bahan organic seperti karbohidrat, lemak, protein, dan humus berfungsi sebagai penghubung antara komponen biotik dan abiotik.
- c) Kondisi iklim mengacu pada kondisi yang dipengaruhi oleh factor iklim seperti angin, curah hujan, dan suhu.

BAB II

KOMPONEN ABIOTIK

A. PENGERTIAN KOMPONEN ABIOTIK

Lingkungan hidup mengacu pada semua unsur di sekitar makhluk hidup yang memiliki dampak pada keberadaannya (Effendi et al., 2018). Komponen non-hidup, seperti substrat tanah, atmosfer, sumber air, kondisi iklim, tingkat kelembaban, intensitas cahaya, dan frekuensi suara (Windiani, 2010), tidak menunjukkan tanda-tanda kehidupan namun memengaruhi interaksi antara organisme hidup. Interaksi ini memiliki pengaruh yang signifikan pada proses pertumbuhan dan perkembangan organisme. Oleh karena itu, semua organisme dipengaruhi oleh faktor-faktor biotik dan abiotik, bukan hanya karena kebetulan mereka berada di lingkungan tertentu. Makhluk hidup secara aktif dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya dan memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan (Sembel, 2015).

Faktor non-hidup merupakan variabel luar yang berpengaruh pada perkembangan dan pertumbuhan organisme tumbuhan. Ruang lingkungannya mencakup tingkat pencahayaan, suhu, kelembaban, tingkat keasaman tanah, komposisi gas dalam substrat, dan ketersediaan nutrisi. Diantara variabel-variabel tersebut, tingkat pencahayaan matahari menjadi faktor yang sangat berpengaruh karena secara langsung memengaruhi proses fotosintesis, yang merupakan motor utama dalam pertumbuhan tumbuhan. Selain itu, intensitas cahaya juga memberikan dampak tidak langsung terhadap parameter iklim, seperti suhu dan kelembaban. (Jayadi 2015).

Berikut adalah beberapa contoh unsur non-hidup yang termasuk dalam kategori ini:

1. Air

Komponen non-hidup (abiotik) tersebut mencakup berbagai elemen, di antaranya adalah air. Air mempunyai peranan yang sangat penting dalam umur panjang manusia karena sebagian besar jaringan tubuh manusia (sekitar 70–90%) terbuat dari air. Oleh karena itu, setiap makhluk hidup memerlukan udara untuk bertahan hidup. Namun,

kebutuhan akan air dapat berbeda-beda antara satu spesies dengan spesies lainnya. Sebagai contoh, makhluk hidup yang beradaptasi dengan lingkungan yang panas dan kering seperti padang gurun akan mengembangkan strategi agar kebutuhan dan kehilangan air minimal, seperti dengan mengurangi tingkat evapotranspirasi atau memiliki mekanisme penyimpanan air di dalam tubuh mereka. Di sisi lain, makhluk hidup yang hidup di lingkungan yang berlimpah air akan memiliki kebutuhan yang lebih besar dan mungkin memiliki sistem evapotranspirasi yang lebih aktif.

Meskipun air merupakan keperluan yang sangat mendasar, kecemasan akan keterbatasan air telah meningkat belakangan ini, terutama dengan adanya sejumlah krisis air yang telah terjadi dalam satu tahun terakhir. Secara ideal, kita tidak akan menghadapi krisis air dalam keadaan normal karena air mengikuti siklus yang berkelanjutan, dengan jumlahnya tetap konstan; hanya bentuk dan lokasinya yang berubah-ubah. Sebagai ilustrasi, pada siang hari, air di perairan seperti lautan atau danau menguap karena panas yang disebabkan oleh paparan sinar matahari. Air yang sebelumnya dalam bentuk cair akan berubah menjadi uap air yang tersebar di atmosfer. Kemudian, uap air tersebut akan berkumpul dan mengalami pendinginan, kemudian kembali berubah menjadi air dan turun ke permukaan bumi sebagai hujan, akhirnya mengalir kembali ke dalam perairan.

Krisis terkait air seringkali timbul akibat gangguan terhadap lingkungan, seperti musim kering yang panjang yang menyebabkan penurunan drastis dalam persediaan air tanah, mengakibatkan terjadinya kekeringan. Tetapi, tidak hanya selama musim kemarau, bencana juga mungkin terjadi saat musim hujan, seperti banjir. Meskipun secara logis kita tidak memperkirakan adanya krisis air selama periode banjir, namun realitasnya sering kali menunjukkan sebaliknya karena air dapat terkontaminasi oleh limbah atau bahan pencemar yang terbawa oleh banjir. Selain itu, air banjir juga mungkin terkontaminasi oleh agen penyakit, seperti kotoran atau urin tikus, yang kemudian mencemari sumber air bersih. Oleh karena itu, krisis air dapat terjadi baik saat kondisi kekeringan maupun banjir karena terkontaminasinya air oleh substansi-substansi yang tidak sehat bagi manusia.

BAB III

SATUAN-SATUAN MAKLUK HIDUP

A. PENGERTIAN SATUAN-SATUAN MAKLUK HIDUP

Lingkungan adalah kombinasi kondisi fisik yang mempengaruhi baik organisme hidup dan sinar matahari. Sumber daya alam tersebut meliputi udara, tanah, udara, energi matahari, mineral dan unsur lainnya, sedangkan organisme hidup meliputi manusia, hewan, dan tumbuhan. Aktivitas seperti bernapas, makan, minum, pertumbuhan, dan aktivitas lain yang dilakukan oleh organisme, termasuk hewan, sangat bergantung pada lingkungan yang mendukung aktivitas tersebut. Interaksi tersebut tidak hanya terjadi antar organisme, namun juga dengan lingkungan di mana ia hidup. Interaksi antara organisme dan lingkungan mereka membentuk sistem yang kompleks yang dikenal sebagai ekosistem.

Unit-unit dalam organisme biasanya memiliki tingkat organisasi yang berbeda-beda, mulai dari tingkat sel hingga seluruh organisme. Beberapa unit umum dalam organisme termasuk individu, yang berasal dari bahasa Latin yang berarti “tak terpisahkan.” Secara harfiah, individu mengacu pada satu organisme yang tidak dapat dibagi lagi. Individu merupakan unit struktural yang membentuk kehidupan dalam bentuk organisme. Dalam konteks ekosistem, individu adalah entitas tunggal dari suatu spesies yang tinggal dalam lingkungan tertentu, dapat berupa tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme. Peran mereka sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem karena interaksi mereka dengan lingkungan dan spesies lainnya memiliki dampak yang signifikan pada dinamika keseluruhan ekosistem.

B. MACAM-MACAM SATUAN MAKLUK HIDUP

1. Populasi

Populasi berasal dari kata Latin "populus", yang mengacu pada orang atau orang. Secara umum, populasi mengacu pada kelompok orang

yang tinggal di wilayah dan periode waktu tertentu. Secara jujur, populasi yang diketahui dapat dibagi menjadi dua kategori utama berdasarkan karakteristiknya. Pertama, terdapat organisme dengan ciri-ciri biologis yang serupa pada tingkat yang lebih rendah. Kedua, ada individu yang memiliki sifat khas yang hanya ditemukan dalam populasi tertentu. Sifat khas ini juga bisa diidentifikasi pada tingkat organisasi biologis yang lebih tinggi, seperti komunitas.

Contoh populasi dalam komunitas sungai mencakup rumput, ikan, kepiting, monyet, dan lainnya. Sedangkan pada komunitas sawah, contoh populasinya antara lain padi, tikus, ular, dan sejenisnya. Setiap populasi di komunitas ini berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya, baik dalam cara yang tenang atau berisik. Salah satu contoh interaksi populasi adalah melalui Aleopati, ketika satu populasi berkontribusi zat yang menghambat pertumbuhan populasi lain. Misalnya, di dekat pohon kenari, tanaman yang berdekatan sedikit tumbuh karena pohon kenar menghasilkan beracun zat.

Dalam konteks mikroorganisme, konsep alelopati digunakan untuk menjelaskan fenomena ini, yang mengacu pada terhambatnya pertumbuhan oleh zat tertentu. Misalnya jamur *Penicillium* sp. dapat menghasilkan antibiotik yang menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.

Selain itu, ada persaingan, ketika orang bersaing untuk mendapatkan sumber daya yang diperlukan setiap hari. Misalnya, ada konflik antara populasi kambing dan sapi di daerah rumput.

Memahami populasi dalam ekosistem sangat penting untuk konservasi dan manajemen lingkungan. Data yang berkaitan dengan ukuran populasi, tingkat pertumbuhan, dan faktor yang berkontribusi memiliki dampak yang signifikan pada pengembangan pendekatan proaktif untuk mengatasi degradasi ekosistem dan melindungi spesies yang terancam punah. (Sumarto et al., 2012).

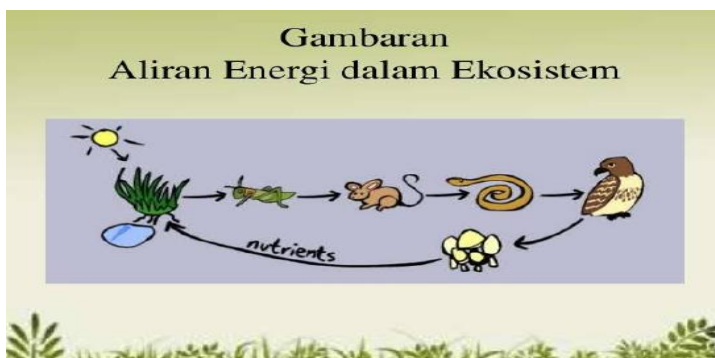
Hal ini terutama berlaku untuk hewan, di mana kondisi habitatnya dapat menyebabkan kepunahan tidak hanya karena pemangsaan oleh predator, tetapi juga akibat aktivitas manusia yang berlebihan di sekitar habitat tersebut, yang dapat berdampak pada kelangsungan hidup populasi (Mangunjaya et al., 2017).



Gambar 2. Aliran Energi
(Sumber: Lela, 2013)

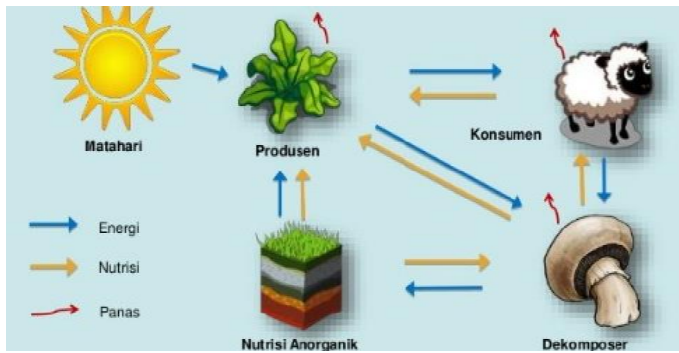
Ekologi adalah sama. Semua organisme dalam ekosistem mendapatkan energi mereka dari memodifikasi energi yang mereka menyerap dari lingkungan sekitar mereka, daripada menghasilkan energi sendiri.

Setiap organisme dalam ekosistem berinteraksi dengan organisme lain. Pembunuhan dan pembunuhan adalah salah satu dari pertemuan tersebut. Energi ditransfer dari korban ke predator ketika satu individu dikonsumsi oleh orang lain. Proses transfer energi ini dikenal sebagai aliran energi ekosistem.



Gambar 3: Proses Aliran Energi
(Sumber: Lela, 2013)

1. Proses Aliran Energi



Gambar 4. Proses Aliran Energi
(Sumber: Lela, 2013)

Tahapan proses aliran energi dalam suatu ekosistem meliputi:

Proses aliran energi dalam suatu ekosistem melibatkan beberapa tahapan:

- Energi cahaya matahari memasuki lingkungan ekosistem.
- Hanya sebagian kecil dari energi cahaya yang dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk fotosintesis. Setelah melalui proses fotosintesis, energi kimia dihasilkan dari energi cahaya dan disimpan dalam tumbuhan sebagai produsen.
- Tumbuhan kemudian dimakan oleh organisme herbivora, sehingga energi berpindah dari produsen ke konsumen primer. Energi yang disimpan oleh konsumen primer hanya sekitar 10% dari energi yang dihasilkan oleh produsen.
- Organisme herbivora kemudian menjadi mangsa bagi organisme karnivora, sehingga energi berpindah dari konsumen primer ke tubuh konsumen sekunder. Energi yang tersimpan juga hanya sekitar 10% dari energi primer konsumen.
- Jika produsen tidak dimakan oleh konsumen primer, energi akan disimpan dalam pengurai atau dikeluarkan dari ekosistem sebagai bahan organik.

2. Jenis Aliran Energi

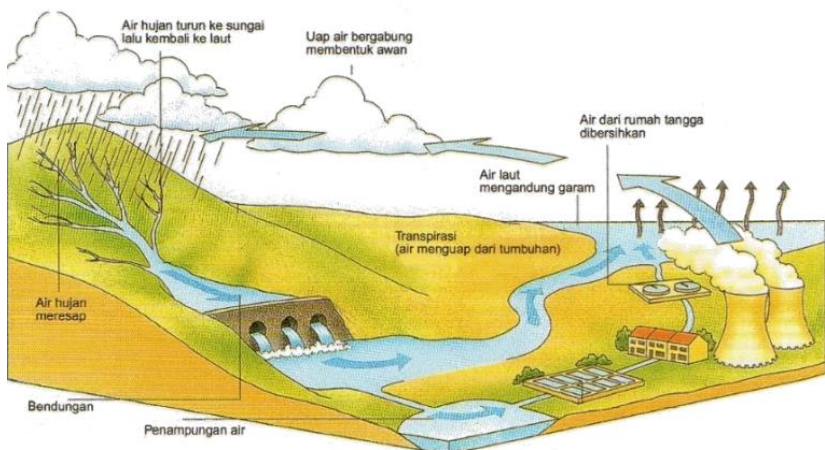
- Tingkat Trofik

Tingkat di mana koleksi spesies memiliki persediaan makanan tertentu yang dikenal sebagai tingkat trofik mereka. Suatu ekosistem memiliki beberapa tingkat trofik. Jumlah energi yang masuk ke ekosistem adalah salah satu dari banyak variabel yang menentukannya. Namun, tingkat trofi dapat dipulihkan. Produsen, konsumen dan pengurai

- 1) Produsen merujuk pada semua organisme yang memiliki klorofil dan mampu melakukan fotosintesis untuk membuat makanannya sendiri. Mereka juga dikenal sebagai organisme autotrofik dalam ekosistem. Sebagai contoh, di ekosistem hutan mangrove, pohon mangrove merupakan salah satu contoh produsen.
- 2) Konsumen merupakan organisme yang tidak memiliki kemampuan untuk membuat makanannya sendiri. Dalam suatu ekosistem, konsumen dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tingkatan, yaitu konsumen primer, konsumen sekunder, dan konsumen tersier. Konsumen primer terdiri dari organisme yang memakan tumbuhan (herbivora), sedangkan konsumen sekunder dan tersier terdiri dari organisme yang memakan daging (omnivora). Contoh organisme konsumen sangat beragam, misalnya di dalam ekosistem hutan terdapat gajah, burung, ular, dan harimau.
- 3) Pengurai, juga dikenal sebagai detritivora, adalah organisme yang melakukan dekomposisi terhadap organisme lain atau sisa-sisa organik. Mereka memperoleh energi dengan memakan detritus atau bahan organik dari organisme mati lainnya. Contoh pengurai di ekosistem darat dan udara meliputi cacing tanah, siput, dan kepiting.

Hubungan trofik memiliki peranan penting dalam menentukan jalur aliran energi dan siklus kimia dalam suatu ekosistem. Produsen primer termasuk dalam kategori tumbuhan, alga, dan berbagai spesies bakteri. Banyak konsumen primer dan konsumen tingkat tinggi bersifat oportunistis. Proses dekomposisi berfungsi sebagai penghubung antara semua tingkat trofik dalam aliran energi dalam ekosistem. Regulasi energi dalam suatu ekosistem sangat tergantung pada produktivitas

bumi setelah uap air mengembun menjadi zat cair dan berkumpul menjadi butiran yang dikenal sebagai inti kondensasi. Proses infiltrasi terjadi ketika udara memasuki air karena adanya uap air dan gravitasi. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah akan kembali menguap ke atmosfer, sebagian akan diserap oleh tumbuhan, dan sisanya akan terus meresap hingga mencapai zona saturasi di bawah permukaan tanah. Air yang tersimpan di dalam tanah yang tidak dapat ditembus oleh air disebut sebagai air tanah. Aliran permukaan terjadi ketika air melimpah ke permukaan bumi karena zona saturasi terus terisi oleh air, yang kemudian mencari cara untuk mengalir ke permukaan. Ketika hujan terus-menerus turun ke permukaan tanah tanpa terserap oleh tanah, air permukaan ini mencari jalur untuk mengalir melalui sungai dan danau dalam siklus air yang berlangsung terus-menerus (Leyli, 2020).



(Gambar 9: Siklus Hidrologi (Air))

(Sumber: Campbell et al., 2012)

Panas dari matahari menyebabkan semua air di permukaan bumi menguap atau berubah menjadi uap ketika sinar matahari hadir. Proses ini dikenal sebagai transpirasi atau evaporasi. Ini terjadi ketika sinar

matahari menyerang permukaan bumi yang mengandung air, menyebabkan penguapan, dan keringat dalam makhluk hidup.

Dengan sinar matahari, segala air di permukaan bumi akan menguap menjadi gas atau uap karena panasnya, dalam proses yang dikenal sebagai penguapan atau evaporasi, serta transpirasi. Saat cahaya matahari mencapai seluruh permukaan bumi yang memiliki air, terjadi penguapan, sementara makhluk hidup juga mengalami transpirasi.

Penguapan air dari permukaan bumi dipicu oleh sinar matahari, baik secara langsung maupun melalui transpirasi tumbuhan. Air yang menguap menjadi uap kemudian bergerak di atmosfer dan saat suhu turun, uap tersebut mengembun dan membentuk butiran air atau kristal es. Jika butiran air mencukupi dan beratnya cukup, hujan atau salju akan terjadi. Air hujan kemudian mengalir melalui berbagai jalur, termasuk infiltrasi ke dalam tanah dan aliran permukaan ke sungai dan lautan. Di tanah, air dapat menetap sementara atau bergerak melalui lapisan tanah sebagai air tanah. Akhirnya, air kembali ke laut melalui aliran sungai besar atau langsung melalui limpasan permukaan. Siklus ini terus berulang, dipicu oleh pemanasan matahari dan gravitasi alami, menjaga keseimbangan air di bumi.

6. Siklus Fosfor

Fosfor merupakan salah satu unsur makanan yang penting bagi semua organisme karena berperan dalam pertumbuhan dan menyediakan energi. Proses siklus fosfor melibatkan transformasi fosfat dari bentuk non-organik menjadi organik, dan kembali ke bentuk tak organik secara berkelanjutan. Peran fosfor penting dalam pembentukan membran sel, struktur asam nukleat, dan dalam proses transfer energi selama respirasi. Terdapat dua bentuk utama fosfor di lingkungan, yakni senyawa fosfat organik yang hadir dalam makhluk hidup dan tumbuhan, serta senyawa fosfat tak organik yang terdapat di tanah, batuan, dan air. Proses infiltrasi terjadi ketika udara memasuki air karena adanya uap air dan gravitasi. Sumber fosfor berasal dari proses pelapukan batuan mineral, seperti bahan bakar fosil, dan juga dari dekomposisi bahan organik dengan memecah organisme.

Di alam, fosfor dihasilkan melalui proses pelapukan batuan fosfat dan penguraian bahan organik oleh mikroba, seperti kotoran hewan

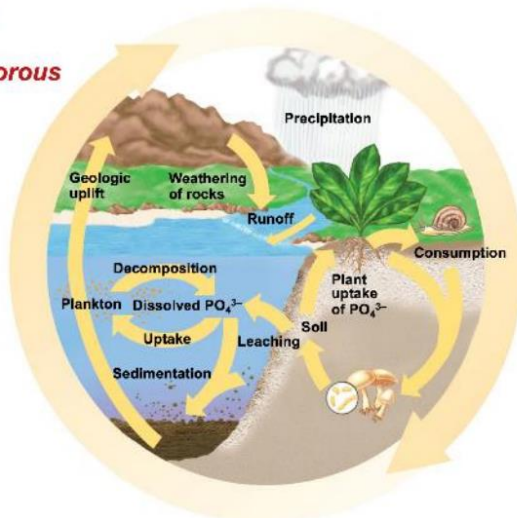
ternak atau hewan laut. Fosfat anorganik, misalnya H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} , merupakan bentuk fosfor yang dapat diserap oleh tanaman (Leyli, 2020). Meskipun fosfor melimpah di alam, ketersediaannya bagi tumbuhan terbatas karena sebagian besar terikat kimia oleh unsur lain dan sulit larut di dalam air.

Pelapukan batuan oleh cuaca secara bertahap memperkaya tanah dengan PO_4^{3-} , sebagian larut dalam air tanah dan permukaan, kemudian mengalir ke laut. Fosfat yang diserap oleh produsen biologis akan dimanfaatkan oleh konsumen dan disebarluaskan melalui rantai makanan. Kembali ke lingkungan, fosfat melewati proses dekomposisi biomassa atau diekskresikan oleh konsumen. Sedikit fosfor berpindah melalui atmosfer, seringkali sebagai debu atau percikan air tanah. Fosfor memiliki peran penting dalam makhluk hidup, seperti menyimpan energi dalam bentuk ATP, membentuk asam nukleat, dan mendukung proses respirasi serta asimilasi.

Dalam rantai makanan, fosfor yang terdapat dalam tumbuhan mengalir ke tubuh hewan. Setelah tumbuhan dan hewan mati, fosfat organik diurai oleh dekomposer menjadi fosfat tak organik. Fosfat tak organik bisa terendap di laut, membentuk batu karang atau fosil. Batu karang dan fosil ini dapat mengalami pelapukan kembali, menghasilkan fosfat tak organik yang larut dalam air atau dapat diambil melalui proses penambangan.

Alam membentuk fosfat organik yang hadir sebagai ion fosfat (PO_4) di dalam batuan. Batuan yang kaya fosfat yang tererosi membentuk larutan fosfat yang diserap oleh tumbuhan dan organisme autotrof. Manusia dan hewan memperoleh fosfat dari tumbuhan yang mereka konsumsi. Jika kandungan fosfat dalam tubuh berlebih, fosfat akan diekskresikan kembali ke lingkungan melalui urine atau feses yang kemudian diurai oleh bakteri pengurai.

Nutrient
Cycles:
**Phosphorous
Cycle**



(Gambar 10: Daur Fosfor)
(Sumber : Campbell et al., 2012)

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, A. (2023) *Biologi Lingkungan*. Yogyakarta, Penerbit Future Science.
- Ariadi, H., Wafi, A., Madusari, B. D. (2021). *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*. Jawa Barat: Cv. Adanu Abimata
- Asyiawati, Y. & Akliyah, Ls (2016). Identifikasi Dampak perubahan Fungsi. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 14 (1), Pp. 1–13.
- Beals, A. M. (2012). Energy Flow Through An Ecosystem: Conceptions Of In-Service Elementary And Middle School Teachers. *Journal Of Biology Education* 16 (1), 65-72.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. (1986). *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Sci. Pub. Oxford.
- Budi S. (2012). *Pola Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Perkampungan Plemburan Tegal, Ngaglik Sleman*. Pendidikan Teknik Sipil, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Campbell, Eric J.Simon, Jean L.Dickey, Kelly A.Hogan, Jane B.Reeace. (2015). *Intisari Biologi Edisi 6*. Editor By Amilia Safitri. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Campbell, Neil A, Jane B Reece, Lisa A Urry, Michael L Cain, Steven A Wasserman, Peter V Minorsky, And Robert B Jackson. (2008). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, Neil A., Jane B.Reece, Lisa A.Urry, Michael L.Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, And Robertb. Jackson. (2012). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Cunningham, W. P. (2001) *Environmental Science: A Global Concern*. Sixth. New York: Mc Graw Hill Companies.
- Danapriatna, N. (2010). Biokimia Penambatan Nitrogen Oleh Bakteri Non Simbiotik. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. Vol.1 No.2,
- Dwi, Y. (2022). *Siklus Materi dan Aliran Energi Dalam Ilmu Ekologi* (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Effendi, R., Salsabila, H., & Malik, A. (2018). Pemahaman Tentang Lingkungan Berkelanjutan. *Modul*, 18(2), 75-82.

- Effendi, R., Salsabña, H., A Malik, A. (2018) *Pemahaman Tentang Lingkungan Berkelanjutan*. Md. 18(2), 15-82
- Ernst Klett Veriag. (2017). *Referensi Biologi Lengkap Ekologi*. Jakarta: Erlangga.
- Firmansyah, A. (2016). Analisis Keragaman Dan Kemelimpahan Artropoda Pada Berbagai Hamparan Vegetasi Pertanian Di Daerah Lampung Selatan Berdasarkan Sampling Menggunakan Jala Ayun.
- Fitriyah, H. (2018). *Konsep Dasar IPA Habitat Hewan dan Lingkungannya*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Hamilton, L.S. And P.N. King. (1992). *Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika*. Penerjemah: Krisnawati Suryanata. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hartini, E. (2017). *Hidrologi & Hidrolika Terapan*. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- Hastuti, Y. P. (2011). Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak Nitrification And Denitrification In Pond. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(1), 89-98.
- Heriyanto, N M, & Endro Subiandono. (2012). Kandungan Karbon Hutan Mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo (Composition And Structure, Biomass, And Potential Of Carbon Content In Mangrove Forest At National Park Alas Purwo).” *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 9 (1): 23–32.
- Jawab, P., Gtk, D., Direktorat, M., Pendidikan, J., Kementerian, I., Republik, A., Penyusun, I., Leyli, T., Ahmad, S., Muntamah, L., Adi, A., Sri, M., Tina, S., Reviewer, Y., & Suryanda, A. (2020). *Ekologi Mata Pelajaran Biologi Madrasah Aliyah*.
- Jayadi Em. (2015). *Ekologi Tumbuhan*. Cetakan Pertama. Institut Agama Islam Negeri (Iain) Mataram. Mataram.
- Kartawinata, K. (2013). *Diversitas Ekosistem Alami Indonesia*. Jakarta: Lipi Press
- Kormondy, E.J. (1969). *Concepts Of Ecology*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Lahuddin. (2007). *Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah*. Dalam Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap. Universitas Sumatera Utara. Usu- Eripository.

- Lela, 2013. *Aliran Energi Dalam Ekosistem*.
<https://www.slideshare.net/slideshow/aliran-energi-dalam-ekosistem/29001348>
- Ma'arif, S. (2016). *Peningkatan Hasil Belajar Biologi Materi Pokok Ekosistem Dengan Metode TAI (Team Assisted Individualization) Pada Siswa Kelas X MA Al Hadi Girikusuma Tahun Pelajaran 2014/2015*. (Doctoral Dissertation, Doctoral Dissertation, Uin Walisongo).
- Mangunjaya, F. (2017) *Pelestarian Satwa Langka Untuk keseimbangan Ekosistem*.
- Velda, M. A. (2015). *Studi Ruang Terbuka Hijau di Kabupaten Mimika Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Mimika*. Tesis Tidak Diterbitkan. Yogyakarta: Program Studi Magister Teknik Arsitektur Program Pascasarjana, Universitas Atmajaya Yogyakarta
- Marmi. (2016). *Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Surabaya Sebagai Wahana Peningkatan Kemampuan Dasar Sistematis Tumbuhan*. Fakultas Bahasa dan Sains, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Maulana, M. B. (2019). *Studi Populasi Monyet Ekor Panjang (Macaca Fascicularis) di Taman Wisata Hutan Kera Bandar Lampung*. (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Muspiroh, N. (2014). Peran Pendidikan Islam Dalam Pelestarian Lingkungan. *Quality*, 2(2).
- Nengsih. J. (2010). *Ekologi*. Edited By Denish Andri. Bogor: Pt Regina Eka Utama.
- Odum Ep, Barret Gw. (2005). *Fundamentals Of Ecology*. Fifth Edition. Belmont, California: Thomson Brooks/Cole.
- Odum Ep. (1977). *The Emergence Of Ecology As A New Integrative Discipline*. Science 195(4284):1289-1293.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental Of Ecology Third Edition*. Wb Saunders Company: London
- Resosudarmo, R.S.K., Kartawinata, A. Soegiarto. (1992). *Pengantar Ekologi*. Penerbit Remaja Rosdakarya. Bandung.
- SDa and Milla, D. (2017). Potensi Pemanfaatan Ekosistem pesisir Pantai Labuhan Haji Lombok Timur Sebagai daerah Ekowisata. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(1). Doi:10.29303/Jbt. V17i1. 388.
- Sembel, D. T. (2015). *Tondok Liplungun*. Yogyakarta: Andi

- Smith, R.L. (1974). *Ecology And Field Biology*. 2nd. Ed. Harper & Row, Pub. New York.
- Soemarwoto, O. (1991). *Ekologi Dalam Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. Panitia Penghormatan Purnabakti Profesor Otto Sumarwoto. Bandung.
- Soemarwoto, O. (1991). *Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Soemarwoto. (1983). *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Penerbit Djambatan
- Sumarto, S. Et Al.(2012) *Biologi Konservasi*, Cv. Patra Mediagrafindo. Edited By S. Sumarto. Bandung: Cv. Patra Mediagrafindo.
- Supriharyono. (2007). *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Susilawati, & Bakhtiar, N. (2018). *Biologi Dasar Terintegrasi*. Pekanbaru: Kreasi Edukasi.
- Tansley, A. (1935). The Use and Abuse of Vegetationalconcept and Terms. *Ecology*, 16, 208-307
- Thohir, K.A. (1985). *Butir-Butir Tata Lingkungan*. Bina Aksara. Jakarta.
- Tolangara, A., Bahtiar, M. S., Tamalene, M. N., Zamzam, Z., Agustang, A. T. P., & Siradjudin, N. (2022). *Ekologi Kepulauan (Terintegrasi Pendidikan Karakter Kebangsaan)*. Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Widodo, D. (2021). *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis
- Widyaningrum, R. (2020). *Pemanfaatan Daun Paitan (Tithonia Diversifolia) dan Daun Lamtoro (Leucaena Leucocephala) Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung)*.
- Windiani. (2010) Strategi Pemberdayaan Masyarakat di Kawasan Hutan Sebagai Langkah Antisipati dalam Penanganan Bencana Banjir dan Tanah Longsor di Kabupaten Trenggalek. *Anal Sonal Humanov*, 11, 143-161.
- Wirakusumah, S. (2009) *Dasar-Dasar Ekologi Bagi Populasi Dan Komunitas*. Jakarta: Ui Press.
- Wulandari, S., Sari, D. A. W., Anggraini, A., Rahmawati, I. F., Nurlaili, R., Rahmawati, J. M. & Rahmadani, D. F. (2023). *Biologi Lingkungan*. Cv. Future Science.
- Zid, M., Hardi, S. (2019). *Biogeografi*. Jakarta: Pt Bumi Aksara

PROFIL PENULIS



Ilyas H. Husain, S.Pd., M.Pd.

Dilahirkan di Sulawesi Tengah pada tanggal 02 September 1989. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada program studi Pendidikan biologi Universitas Negeri Gorontalo pada tahun 2014, program magister Pendidikan Biologi pada program pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo pada tahun 2017. Lektor dalam bidang Pendidikan Biologi dengan pangkat/golongan III c. Pengajar dalam mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi, Pengembangan Peserta Didik, Pengantar Pendidikan, Kurikulum Pembelajaran Biologi, Literasi Digital dan Analisis

Vegetasi. Aktif meneliti dalam bidang Ekologi dan Biologi Lingkungan serta Pendidikan Biologi, Aktif menulis buku, artikel. Saat menjabat sebagai Koordinator Program Studi Pendidikan biologi periode 2024-2028. Kepala Pusat Studi Biologi Biosfer (PSB_BIOSFER) Jurusan Biologi UNG tahun 2022-sekarang. Kegiatan pengabdian pada masyarakat dalam kerjasama dengan beberapa NGO, dalam dan luar negeri pada bidang konservasi lingkungan antara lain GEF-SGP pada tahun 2023 yang disponsori oleh UNDP, YBUL dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan R.I. pada tahun 2023, aktif sebagai tenaga lapangan dalam penyusunan berbagai dokumen-dokumen daerah Provinsi Gorontalo dalam bidang Lingkungan.

Email: ilyas.husain@ung.ac.id



Herinda Mardin, S.Si., M.Pd.

Dilahirkan di Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan, 01 Juni 1989. Tahun 2011 penulis menyelesaikan Program Sarjana Biologi di Universitas Cokroaminoto Palopo (UNCP) dan tahun 2017 penulis menyelesaikan Program Magister Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar. Penulis pernah aktif sebagai pengurus KOHATI (Korps HMI Wati) Cabang Palopo Tahun 2008-2011 dan pengurus HMI BADKO SULAMBANUSA tahun 2011-2013. Saat ini penulis merupakan dosen tetap (PNS) di Jurusan Biologi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo. Penulis aktif melakukan pendidikan dan pengajaran, penelitian di bidang pendidikan biologi serta aktif dalam melaksanakan pengabdian kepada masyarakat sebagai wujud Tridharma Perguruan Tinggi. Beberapa buku telah penulis hasilkan diantaranya Biologi Dasar, Biologi Umum, Pembelajaran Biologi Pemahaman Konsep dan Kesulitan Belajar, Ragam Model Pembelajaran Inovatif, Evaluasi Hasil Belajar, Microteaching, Perkembangan Peserta Didik, Edupreneurship dalam Kurikulum Merdeka, Mengenal Jamur Makroskopis di Bumi Gorontalo, Sistem Pencernaan Berbasis Studi Kasus Stunting dan Bioetanol dari Nira Aren. Penulis juga merupakan seorang Fasilitator Program Sekolah Penggerak (PSP) Angkatan 3 tahun 2023 hingga saat ini pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Email: herindamardin@ung.ac.id



Nurul Fajryani Usman, S.Pd., M.Pd.

dilahirkan di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan pada tanggal 31 Oktober 1995, anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan bapak Drs. Usman, dan ibu Wahidah Sultan, S.Pd. Pendidikan menengah pertama ditempuh di MTs Negeri 400 Watampone dan selesai pada tahun 2010. Selanjutnya pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri 1 Watampone dan selesai pada tahun 2013. Pendidikan

Biologi di Universitas Negeri Makassar dan selesai tahun 2017. Selanjutnya penulis melanjutkan studi ke jenjang magister pada program studi Pendidikan Biologi di Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Semasa menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi kedaerahan yaitu organisasi Forum Mahasiswa Magister Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat di Kota Malang. Sekarang penulis menjadi dosen tetap di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo, Email: nurulfajryaniusman@ung.ac.id



Muhammad Rizkyansyah Lukum

Penulis lahir di Gorontalo pada tanggal 14 Oktober 2002. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2014, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2014 dan lulus pada tahun 2017. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo

E-mail: rizkilukum08@gmail.com



Sabrina Yusuf

Penulis lahir di Toluaya, Kecamatan Bolaang Uki, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan pada tanggal 20 Oktober 2003. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2015, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2021. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana

(S1) di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo.

E-mail: sabrinaoktariyusuf@gmail.com



Anisa Saskia Ibrahim

Penulis lahir di Gorontalo pada tanggal 14 Juli 2002. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2014, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2014 dan lulus pada tahun 2017. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana (S1)

di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo.

E-mail: anisa_s1pend_biologi@mahasiswa.ung.ac.id



Siti Nurul Adia Pulumoduyo

Penulis lahir di Sondana, Kecamatan Bolaang Uki, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan pada tanggal 15 Februari 2003. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2015, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2021. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana

(S1) di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo.

E-mail: sitinuruladiapulumoduyo@gmail.com



Karmila Tauna

Penulis lahir di Molotabu Provinsi Gorontalo pada tanggal 20 Juni 2003. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2014, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2014 dan lulus pada tahun 2017. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo E-mail: karmilatauna2003@gmail.com



Fadila Bau

Penulis lahir di Gorontalo pada tanggal 01 Juli 2002. Memulai pendidikan dasar pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2015, lalu melanjutkan ke SMP pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, melanjutkan ke SMA dan berhasil lulus pada tahun 2021. Penulis kemudian melanjutkan studi sarjana (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Gorontalo. E-mail : fdllyhh@gmail.com

Ekosistem merupakan kumpulan makhluk hidup, tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, serta lingkungan fisik yang saling berinteraksi secara kompleks. Dalam buku ini, Anda akan mempelajari tentang siklus kehidupan, komponen- komponen ekosistem, satuan-satuan makhluk hidup, rantai makanan, aliran energi, siklus biogeokimia dan bagaimana setiap komponen ekosistem memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan alam.



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamediagroup
Telp/WA : +62 896-5427-3996

