

**MAKALAH EKOLOGI**  
**“SPESIES DAN INDIVIDU DALAM EKOSISTEM”**



**Disusun oleh:**

Kelompok 1

|         |                              |             |
|---------|------------------------------|-------------|
| Anggota | : 1. Dinda Aprilia           | (A1D022001) |
|         | 2. Afra Harokiyyah Al Furqon | (A1D022055) |
|         | 3. Haris Fadhillah           | (A1D022055) |
|         | 4. Ayu Sulistia Wati         | (A1D022061) |

|                |                                  |
|----------------|----------------------------------|
| Dosen Pengampu | : 1. Neni Murniati, S.Pd., M.Pd. |
|                | 2. Dra. Kasrina, M.Si            |

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**  
**JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
**UNIVERSITAS BENGKULU**  
**2024**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan makalah ini tepat pada waktunya. Salam serta salawat tak lupa pula kita haturkan kepada junjungan alam nabi besar Muhammad SAW, seorang nabi yang telah membawa kita dari jaman kegelapan menuju jaman yang terang benerang seperti yang kita rasakan seperti saat-saat sekarang ini.

Ucapan terimakasih juga kami haturkan kepada Ibu Neni Murniati, S.Pd., M.Pd. sebagai dosen pengampu mata kuliah Ekologi. Pembuatan makalah ini bertujuan untuk memenuhi tugas kelompok, makalah ini juga kami buat untuk memperdalam ilmu kita tentang biologi.

Kami menyadari dalam makalah ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, hal ini disebabkan terbatasnya kemampuan pengetahuan dan pengalaman yang kami miliki. Namun demikian banyak pula pihak yang telah membantu kami dengan menyediakan sumber informasi, memberikan masukan pemikiran. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan makalah ini diwaktu yang akan datang, semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi kami dan pembaca.

Bengkulu, 17 Agustus 2024

Kelompok 1

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                            | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                               | <b>iii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                        | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 1          |
| 1.3 Tujuan.....                                       | 2          |
| <b>BAB II PEMBAHASAN .....</b>                        | <b>3</b>   |
| 2.1 Definisi Spesies dan Individu dalam Populasi..... | 3          |
| 2.2 Konsep Habitat dan Relung Ekologi.....            | 4          |
| 2.1.1 Habitat .....                                   | 4          |
| 2.1.2 Relung Ekologi .....                            | 5          |
| 2.2 Karakter Sympatrik dan Allopatrik.....            | 7          |
| 2.2.1 Spesiasi Alopatrik .....                        | 7          |
| 2.2.2 Spesiasi Sympatrik .....                        | 9          |
| 2.3 Seleksi Alam dan Seleksi Buatan .....             | 10         |
| 2.3.1 Seleksi Alama.....                              | 10         |
| 2.3.2 Seleksi Buatan .....                            | 11         |
| 2.4 Jam-Jam Biologi .....                             | 15         |
| 2.5 Pola Pola Prilaku Sosial .....                    | 17         |
| <b>BAB III PENUTUP .....</b>                          | <b>21</b>  |
| 3.1 Kesimpulan.....                                   | 21         |
| 3.2 Saran.....  | 21         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                           | <b>22</b>  |

# **BAB I**

## **PENDUHLUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Ekosistem merupakan sistem kompleks yang terdiri dari makhluk hidup dan lingkungannya, di mana keduanya saling berinteraksi dan membentuk keseimbangan yang dinamis. Setiap organisme memiliki habitat sebagai tempat hidupnya, serta menjalankan peran spesifik dalam ekosistem yang disebut relung ekologis. Interaksi antara organisme dan lingkungan ini menciptakan suatu keseimbangan ekologis yang mempengaruhi kelangsungan hidup spesies dan ekosistem secara keseluruhan. Pemahaman mengenai konsep habitat dan relung ekologis menjadi penting dalam menjelaskan hubungan antarorganisme dan interaksinya dengan lingkungan.

Selain itu, proses terbentuknya spesies baru melalui karakter sympatrik dan allopatrik merupakan salah satu faktor yang berperan dalam evolusi dan diversifikasi kehidupan. Proses ini menggambarkan bagaimana spesies beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan tekanan seleksi. Seleksi alam dan seleksi buatan juga berperan penting dalam evolusi organisme, membantu menentukan adaptasi yang mendukung kelangsungan hidup mereka. Tidak hanya itu, ritme aktivitas harian yang diatur oleh jam biologis serta pola perilaku sosial yang terbentuk dalam populasi merupakan aspek penting yang mempengaruhi dinamika kehidupan organisme.

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun tujuan dari pembuatan makalah ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep habitat dan relung ekologis dalam ekosistem, serta peran penting keduanya dalam menjaga keseimbangan ekologis. Selain itu, juga bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut proses terbentuknya karakter sympatrik dan allopatrik sebagai bagian dari mekanisme evolusi yang terjadi di alam. Dalam konteks ini, peran seleksi alam dan seleksi buatan juga akan dibahas untuk memahami bagaimana keduanya mempengaruhi adaptasi dan kelangsungan hidup organisme. Kemudian, akan mengidentifikasi fungsi jam biologis dalam mengatur ritme kehidupan organisme serta mengkaji pola-pola perilaku sosial yang terbentuk dalam populasi. Dengan demikian, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai interaksi antarorganisme dan dinamika yang terjadi dalam suatu ekosistem.

### **1.2 RUMUSAN MASALAH**

1. Apa yang dimaksud dengan spesies dan individu dalam populasi ?
2. Apa yang dimaksud dengan konsep habitat dan relung ekologis dalam ekosistem?
3. Bagaimana proses karakter sympatrik dan allopatrik dalam suatu ekosistem?
4. Apa yang dimaksud dengan seleksi alam dan buatan dalam ekologi?
5. Apa yang dimaksud dengan jam-jam biologis dalam kehidupan organisme?
6. Bagaimana pola-pola perilaku sosial terbentuk dalam suatu populasi?

### **1.3 TUJUAN**

1. Untuk mengetahui spesies dan individu dalam populasi.
2. Untuk mengetahui konsep habitat dan relung ekologis dalam ekosistem.
3. Untuk memahami proses terbentuknya karakter sympatrik dan allopatrik dalam suatu ekosistem.
4. Untuk mengetahui konsep seleksi alam dan buatan dalam ekologi.
5. Untuk mengidentifikasi jam-jam biologis dan peranannya dalam kehidupan organisme.
6. Untuk menganalisis pola-pola perilaku sosial yang terbentuk dalam suatu populasi.

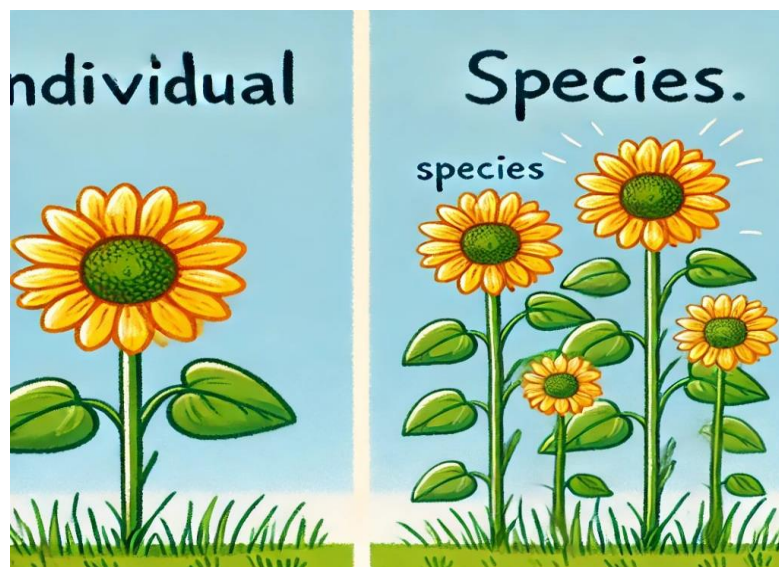
## BAB II PEMBAHASAN

### 2.1 Definisi Spesies dan Individu dalam Populasi

Spesies merupakan kelompok organisme yang memiliki kesamaan ciri morfologi, fisiologi, dan perilaku serta mampu saling kawin untuk menghasilkan keturunan yang fertil. Dalam ilmu biologi, spesies menjadi unit dasar dalam taksonomi yang digunakan untuk mengklasifikasikan makhluk hidup. Keberadaan spesies sangat penting untuk memahami keanekaragaman hayati karena setiap spesies memiliki peran spesifik dalam ekosistem. Definisi spesies juga mencakup aspek reproduksi, di mana individu dalam satu spesies dapat menghasilkan keturunan subur, sedangkan perkawinan antarspesies umumnya menghasilkan keturunan infertil atau bahkan tidak terjadi sama sekali.

Individu dalam biologi mengacu pada satu organisme tunggal yang menjadi bagian dari spesies tertentu. Setiap individu memiliki ciri khas yang membedakannya dari individu lain dalam spesies yang sama, seperti ukuran tubuh, warna, atau pola perilaku. Meski begitu, individu-individu dari spesies yang sama berbagi kesamaan genetik yang memungkinkan mereka berkembang biak satu sama lain. Dalam konteks populasi, individu berfungsi sebagai unit dasar yang saling berinteraksi, baik dalam hal reproduksi maupun persaingan sumber daya.

Populasi adalah kumpulan individu dari spesies yang sama yang hidup di wilayah geografis tertentu dan memiliki kemungkinan untuk saling berinteraksi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi antarindividu dalam populasi melibatkan berbagai aspek, seperti reproduksi, kompetisi untuk makanan, dan pembagian ruang habitat. Dinamika populasi sangat bergantung pada faktor lingkungan dan kemampuan individu dalam beradaptasi. Misalnya, populasi burung di suatu hutan dapat berubah sesuai ketersediaan makanan dan kondisi iklim.



**Gambar 2.1** Ilustrasi sederhana perbandingan individu dan spesies pada tumbuhan

Hubungan antara spesies, individu, dan populasi sangat erat karena individu adalah bagian pembentuk populasi, sedangkan populasi terdiri dari individu-individu yang berasal dari spesies yang sama. Dalam ekosistem, spesies yang berbeda sering kali berinteraksi dalam hubungan seperti predasi, simbiosis, atau kompetisi. Dengan memahami hubungan ini, kita dapat mengkaji bagaimana setiap spesies berkontribusi pada keseimbangan ekosistem. Selain itu, konsep ini membantu para ilmuwan dalam melindungi spesies yang terancam punah dengan mempelajari pola-pola populasi mereka.

Secara keseluruhan, memahami arti spesies dan individu dalam populasi adalah langkah penting untuk mengenali keanekaragaman hayati di Bumi. Penelitian tentang spesies dan populasi tidak hanya penting untuk konservasi, tetapi juga untuk meningkatkan pemahaman kita tentang ekosistem secara keseluruhan. Dengan memahami hubungan ini, manusia dapat mengelola sumber daya alam dengan lebih bijak dan memastikan keberlanjutan ekosistem. Upaya pelestarian keanekaragaman hayati juga bergantung pada pemahaman mendalam tentang interaksi individu, populasi, dan spesies dalam suatu ekosistem.

## **2.2 Konsep Habitat dan Relung Ekologi**

### **2.2. 1. Habitat**

Habitat secara sederhana dapat diartikan sebagai tempat di mana organisme menetap (Odum, 1971). Habitat adalah area yang menyediakan sumber daya dan kondisi yang diperlukan organisme untuk bertahan hidup dan bereproduksi. Abdullah (2017) menyatakan bahwa habitat bukan hanya sebatas vegetasi atau struktur vegetasi, melainkan merupakan keseluruhan sumber daya spesifik yang dibutuhkan oleh organisme. Sumber daya ini meliputi makanan, perlindungan, air, dan faktor lainnya yang mendukung kelangsungan hidup dan reproduksi suatu spesies. Dengan demikian, habitat merujuk pada tempat yang menyediakan segala kebutuhan yang diperlukan organisme untuk bertahan hidup. Bahkan daerah migrasi, koridor penyebaran, dan wilayah yang dikuasai organisme saat musim kawin juga dianggap sebagai habitat.

Habitat dapat dipahami sebagai gambaran lingkungan fisik yang ditempati atau berpotensi menjadi tempat tinggal organisme dalam ruang dan waktu tertentu. Lingkungan ini mencakup kawasan fisik (abiotik) serta karakteristik biologi (biotik) yang berada di sekitar organisme dan memiliki potensi untuk berinteraksi dengannya. Habitat, dengan demikian, menghubungkan kehadiran spesies, populasi, atau individu dengan lingkungannya. Habitat bukan hanya mencakup aspek lingkungan abiotik organisme, tetapi juga melibatkan interaksi antara komponen biotik dalam suatu ekosistem. Oleh karena itu, habitat menggambarkan totalitas lingkungan yang ditempati oleh populasi, yang mencakup faktor abiotik seperti ruang, media yang ditempati, cuaca, iklim, serta vegetasinya (Herwindati, 2021).

Habitat di alam memiliki berbagai organisme berupa vegetasi maupun populasi hewan yang ada di dalamnya. Berbagai organisme tersebut akan

mengelompok dan terkonsentrasi pada tempat-tempat tertentu yang dirasa paling cocok. Oleh karena itu masing-masing organisme akan menempati mikrohabitatnya, yaitu bagian dari habitat yang merupakan lingkungan dengan kondisi paling optimal dan dekat hubungannya dengan organisme. Sebagai contoh, jamur pelapuk kayu hanya dapat hidup pada bagian batang tumbuhan yang telah lapuk, teduh, dan lembab. Kondisi tempat hidupnya ini mungkin sangat berbeda dengan kondisi sekitarnya secara umum. Tempat khusus inilah yang kemudian disebut dengan mikrohabitat, jika mikrohabitat perilaku memiliki iklim yang berbeda dengan sekitarnya maka disebut mikroklimat (iklim mikro) bagi habitat tersebut. Di dalam mikrohabitat, organisme akan terkonsentrasi dan beradaptasi secara fisiologi, struktural, dan perilaku.



Sumber: Balai Taman Nasional Northern Velebit (2019)

**Gambar 2.2** Jamur *Galerina marginata* yang hidup pada Pohon yang Tumbang di Taman Nasional Northern Velebit Sebagai Mikro Habitat

### 2.2.2 Relung Ekologi

Relung ekologi (niche) menggambarkan peran fungsional dan posisi suatu organisme dalam suatu komunitas atau ekosistem. Relung ekologi menunjukkan bagaimana organisme berinteraksi dengan lingkungan dan spesies lainnya dalam ekosistem. Odum (1993) menyatakan bahwa relung ekologi adalah posisi atau status dari struktur adaptasi organisme, respon psikologi, dan tingkah laku spesifik. Relung ini merupakan gabungan dari tempat organisme hidup (habitat), cara organisme hidup (adaptasi), dan peranannya dalam komunitas (Iskandar, 2024).

#### a. Konsep Relung (Niche) dari Grinnell dan Elton

Kata "niche" pertama kali diungkapkan oleh Roswell Johnson pada sekitar tahun 1910. Menurut Johnson, relung adalah tempat yang dikuasai oleh spesies tertentu. Namun, Joseph Grinnell-lah yang pertama kali memasukkan



konsep relung dalam program penelitian dan secara sistematis menjelaskan relung dari berbagai spesies (Nurfirdaus dan Sutisna, 2021). Grinnell, pada awal tahun 1914, mengemukakan bahwa relung meliputi berbagai aspek yang menyatakan keberadaan spesies di berbagai lokasi, termasuk faktor abiotik seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan faktor biotik seperti makanan, pesaing, predator, serta tempat perlindungan. Grinnell menggambarkan empat komponen utama dalam relung, yaitu:

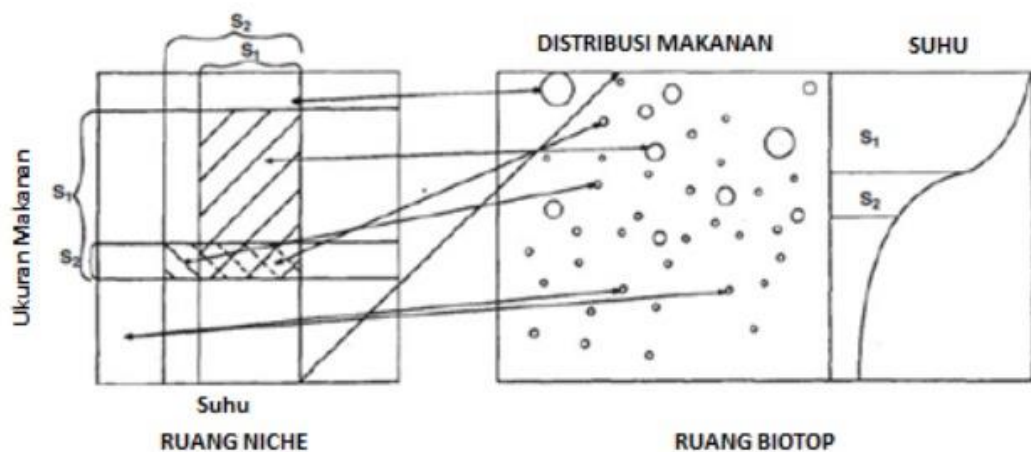
1. Tipe makanan yang dikonsumsi;
2. Pemilihan mikrohabitat;
3. Sifat fisik dan perilaku saat mengumpulkan makanan; dan
4. Sumber daya yang diperlukan untuk tempat tinggal dan pembiakan.

Keempat faktor ini memungkinkan pengkarakterisasian relung bagi berbagai organisme. Setiap organisme memiliki relung yang berbeda-beda berdasarkan keempat faktor tersebut (Rasidi dan Ischak, 2014). Dengan membandingkan beberapa komunitas di wilayah yang berbeda, Grinnell mengamati bahwa relung yang dikuasai spesies di suatu wilayah mungkin tidak terdapat di wilayah lain karena adanya hambatan geografis. Konsep ini membawa perhatian Grinnell pada "ekivalen ekologi" (ecological equivalents), yang menyatakan bahwa spesies yang berbeda dapat menguasai relung yang sama dalam habitat yang serupa di daerah geografi yang berbeda.

Pada tahun 1927, Charles Elton memperkenalkan konsep relung dalam karya *Animal Ecology*. Elton memfokuskan penelitiannya pada hubungan trofik, seperti rantai makanan dan piramida angka. Relung diartikan sebagai posisi spesies dalam rantai trofik, seperti karnivora, herbivora, dan sebagainya. Elton juga menekankan bahwa spesies tidak hanya merespons lingkungan berdasarkan sumber daya yang tersedia, tetapi juga dapat mengubah ketersediaan dan perilaku terhadap sumber daya tersebut ketika mereka berkembang. Dengan demikian, Elton lebih menyoroti peranan spesies dalam struktur komunitas.

#### **b. Konsep Relung dari George Hutchinson**

Pada tahun 1957, George Hutchinson mengembangkan konsep relung lebih lanjut dengan memperkenalkan konsep relung ekologi multidimensi atau *n-dimensional hypervolume*. Berbeda dengan Grinnell dan Elton yang menekankan kesamaan relung antara spesies di wilayah yang berbeda, Hutchinson lebih fokus pada persaingan antarspesies di lokasi yang sama serta mempertimbangkan faktor-faktor seperti predasi dan variabilitas lingkungan. Hutchinson menggambarkan relung dalam ruang variabel lingkungan yang melibatkan faktor biotik dan abiotik. Dalam konsep ini, setiap dimensi menggambarkan kisaran toleransi terhadap faktor lingkungan tertentu, sehingga persyaratan hidup organisme tidak hanya terkait dengan satu atau dua dimensi sumber daya, tetapi melibatkan berbagai dimensi yang saling terkait.



Dua relung fundamental ditetapkan oleh sepasang variabel dalam ruang niche kedalam dua dimensi (sumber daya). Hanya satu dari dua spesies diperkirakan akan bertahan di daerah persimpangan. Garis-garis yang menghubungkan titik-titik ekuivalen dalam ruang niche dan ruang biotop menunjukkan hubungan antara dua ruang. Distribusi dari dua spesies yang terlibat diperlihatkan di panel kanan sehubungan dengan kurva suhu standar versus kedalaman di danau pada musim panas

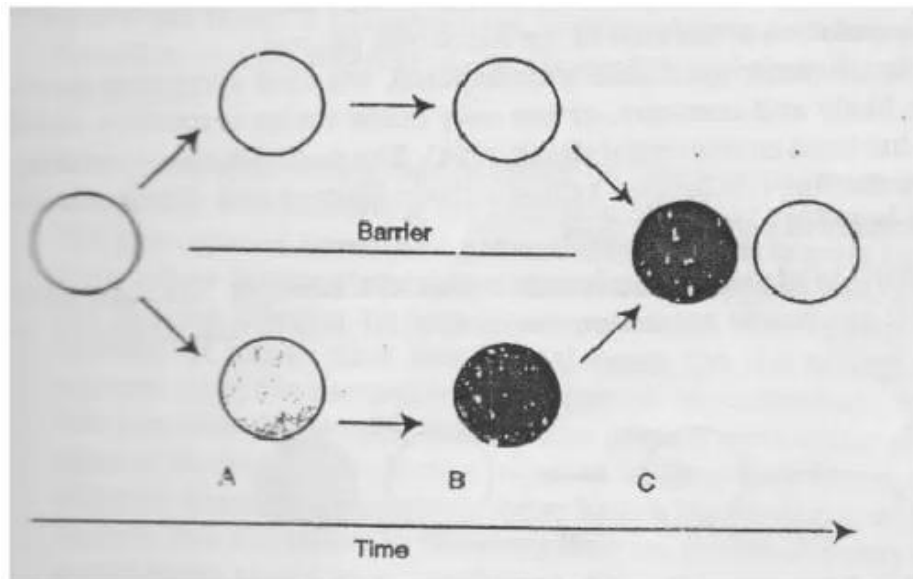
Sumber: Hutchinson (1957)

**Gambar 2.3** Ilustrasi Konsep relung Hutchinson

## 2.3 Karakter Sympatrik dan Allopatrik

### 2.3. 2. Spesiasi Alopatrik

Spesiasi alopatrik terjadi ketika suatu populasi terisolasi secara geografis, yang kemudian mengarah pada seleksi divergen, dan berkembang secara terpisah. Setelah waktu yang cukup lama, perbedaan genetik yang terkumpul dapat menyebabkan isolasi reproduksi apabila populasi tersebut bertemu kembali. Jika isolasi ini sempurna, spesiasi telah terjadi. Ini adalah model spesiasi alopatrik. Dalam model ini, langkah pertama adalah pembagian satu populasi menjadi dua atau lebih sub-populasi yang terisolasi secara geografis (Safrida dkk, 2023).



**Gambar 2.4.** Representasi skematik dari spesiasi alopatrik: A. Pembagian pada populasi yang terisolasi secara geografis, B. Seleksi divergen. C. Isolasi si reproduksi ketika spesies melakukan kontak/hubungan kedua.

Spesiasi alopatrik adalah proses pembentukan spesies baru akibat pemisahan dua populasi yang disebabkan oleh penghalang geografis, yang mengarah pada seleksi divergen. Akibatnya, spesies tersebut akan mengalami isolasi reproduksi saat bertemu kembali. Penghalang geografis ini dapat mempengaruhi faktor lingkungan seperti sumber makanan dan habitat. Setelah waktu yang lama, isolasi genetik akan terjadi, menghalangi perkawinan antara kedua populasi, dan akhirnya membentuk spesies baru. Contohnya, populasi kembang kayu yang terisolasi di Manado dan Sangihe.

Bukti untuk spesiasi alopatrik dapat ditemukan dalam berbagai studi variasi geografis. Menurut Sirajudin (2024) populasi yang terisolasi secara geografis dapat menghalangi pertukaran gen antara spesies yang berada dalam habitat yang sama. Salah satu contoh adalah kelompok ular garter di Amerika Utara, yang menunjukkan bahwa meskipun ada potensi untuk melakukan perkawinan silang, isolasi tetap terjadi karena perbedaan morfologi yang signifikan.

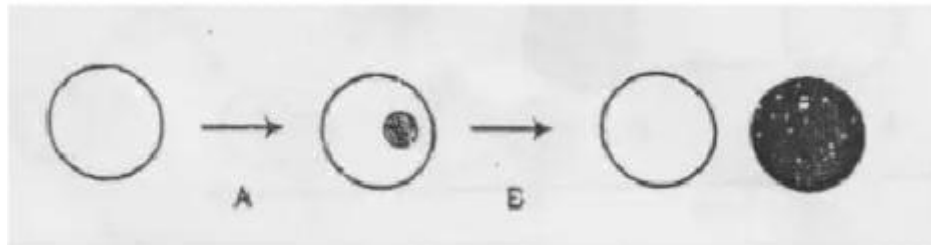
Spesiasi alopatrik sering kali dipengaruhi oleh faktor migrasi, kepunahan lokal, atau proses geologi. Penghalang pemisah ini bisa berupa hambatan geografis atau ekologis, seperti pulau-pulau yang dipisahkan oleh laut, danau, puncak gunung, atau hutan yang dikelilingi oleh savana.

Contoh klasik dari spesiasi alopatrik adalah burung Finch di Kepulauan Galapagos. Pulau-pulau ini terbentuk dalam 5 juta tahun terakhir akibat aktivitas vulkanik. Tiga belas spesies burung Finch ditemukan di

kepulauan ini, dengan 10 spesies berada di satu pulau saja. Sekitar 3 juta tahun lalu, sekelompok kecil burung dari Amerika Selatan atau Tengah mendiami pulau tersebut. Dengan perbedaan kondisi ekologi antar pulau, populasi tersebut terisolasi secara genetik, yang mengarah pada diferensiasi spesies. Proses ini disebut sebagai kontak sekunder, di mana dua populasi yang berbeda bertemu kembali. Jika perkawinan antar populasi tidak berhasil atau keturunan yang dihasilkan tidak subur, maka spesiasi alopatrik telah terjadi.

### 2.3. 3. Spesiasi Simpatrik

Spesiasi simpatrik terjadi dalam satu populasi yang menghuni habitat yang sama, tanpa isolasi geografis yang jelas. Meskipun ada sedikit penghalang untuk aliran gen antar subpopulasi, seleksi divergen tetap menyebabkan isolasi reproduksi di dalam populasi itu sendiri. Dalam model ini, isolasi reproduktif dapat terjadi tanpa adanya pemisahan fisik atau geografis antara individu-individu dalam populasi tersebut.



**Gambar 2.5** Representasi skematik spesiasi sympatric. A. Penyimpangan kecil yang mengarahkan pada beberapa tingkat pemisahan genetik dalam populasi tunggal; B. Diferensiasi dan pemisahan genetik yang menghasilkan isolasi reproduksi

Spesiasi simpatrik sering kali dikaitkan dengan isolasi yang tidak sempurna antar subpopulasi dalam suatu habitat yang sama. Dalam proses ini, spesiasi dapat terjadi melalui perubahan-perubahan biologis atau ekologis seperti pemilihan habitat yang berbeda atau perubahan dalam waktu berbunga pada tanaman. Model spesiasi simpatrik mencakup proses yang bersifat gradual dan spontan (Manueke dkk, 2020).

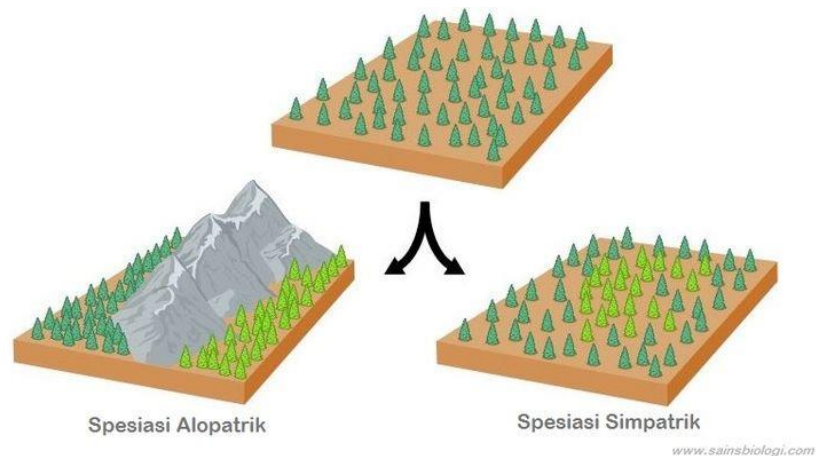
Sebagian besar model spesiasi simpatrik masih dalam perdebatan, namun ada dua fenomena yang diterima secara luas: spesiasi spontan dan spesiasi poliploid yang sering terjadi pada tanaman. Pada spesiasi poliploid, apabila hibrida antara dua spesies diploid membentuk tetraploid, isolasi reproduktif dapat terjadi karena keturunan triploid yang dihasilkan memiliki ketidaksesuaian kromosom. Isolasi reproduktif antar spesies diploid dan tetraploid terjadi, namun tidak berlaku untuk poliploid.

Sebagai contoh, pada serangga parasit fitofagus, spesiasi simpatrik bisa terjadi akibat perubahan dalam pemilihan inang. Sebagai contoh, lalat *Rhagoletis pomonella* di Amerika Utara awalnya bertelur di pohon hawthorn, namun kemudian mulai bertelur pada pohon apel, yang mengarah pada terbentuknya dua 'ras' yang berbeda dalam populasi tersebut. Perilaku spesifik pada inang ini mengarah pada isolasi reproduktif parsial, meskipun dalam laboratorium, perkawinan silang antara kedua ras tersebut masih mungkin terjadi.

Contoh lainnya dapat dilihat pada perbedaan waktu berbunga pada tanaman. Spesiasi simpatrik dapat terjadi ketika tanaman beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, seperti perbedaan waktu berbunga di daerah tambang logam, yang menyebabkan isolasi reproduksi antara spesies toleran dan non-toleran terhadap logam.

## 2.4 Seleksi Alam dan Buatan

### 2.4.2. Seleksi Alam



**Gambar 2.6** Perbandingan Spesiasi Alopatrik Dan Simpatrik.

Spesiasi alopatrik adalah proses pembentukan spesies baru yang terjadi ketika populasi suatu spesies terisolasi secara geografis. Isolasi ini dapat disebabkan oleh penghalang fisik seperti pegunungan, sungai, atau jarak antar pulau. Populasi yang terpisah ini berkembang secara mandiri. Seiring waktu, perbedaan genetik mulai terkumpul akibat mutasi, seleksi alam, dan pergeseran genetik acak (genetic drift). Jika perubahan genetik ini cukup signifikan, populasi tersebut tidak lagi dapat melakukan perkawinan silang saat bertemu kembali, yang akhirnya menghasilkan spesies baru.

Contoh Spesiasi Alopatrik: Salah satu contoh terkenal adalah burung finch di Kepulauan Galapagos. Burung-burung ini berasal dari satu nenek moyang, namun setelah terpisah di pulau-pulau yang berbeda, mereka mengalami isolasi geografis dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan pulau masing-masing. Sebagai hasilnya, mereka mengembangkan ciri-ciri yang berbeda, seperti paruh tebal untuk memecah biji dan paruh ramping untuk menangkap serangga.

Spesiasi alopatrik dianggap sebagai mekanisme utama pembentukan spesies pada banyak organisme, terutama yang tidak mudah bermigrasi. Dengan terputusnya arus gen antar populasi, perbedaan genetik yang signifikan dapat terbentuk, yang pada akhirnya memunculkan spesies baru.

Sebaliknya, spesiasi simpatrik terjadi tanpa isolasi geografis. Dalam spesiasi ini, spesies baru terbentuk dalam satu wilayah yang sama, namun terjadi isolasi genetik di antara kelompok-kelompok dalam populasi tersebut, yang dapat disebabkan oleh faktor ekologi atau perilaku. Spesiasi simpatrik sering kali melibatkan perubahan dalam preferensi habitat, perilaku, atau mekanisme genetik, seperti poliploidi, yang sering ditemukan pada tumbuhan (Alamsyah, R. 2020).

Seleksi alam dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal yang bekerja bersama dalam membentuk adaptasi dan perubahan pada populasi. Faktor internal mencakup variasi genetik dalam populasi, seperti mutasi, rekombinasi gen, dan pewarisan sifat adaptif. Sementara itu, faktor eksternal meliputi tekanan lingkungan, seperti perubahan suhu, ketersediaan makanan, kehadiran predator, atau kondisi geografis. Kedua faktor ini berinteraksi untuk menentukan individu yang memiliki sifat lebih unggul dalam bertahan hidup dan berkembang biak. Sebagai contoh, dalam spesiasi alopatrik, isolasi geografis sebagai faktor eksternal memisahkan populasi, sedangkan perbedaan genetik sebagai faktor internal menyebabkan munculnya spesies baru yang tidak dapat kawin silang. Kombinasi faktor internal dan eksternal inilah yang memicu proses evolusi melalui seleksi alam.

#### **2.4.2 Seleksi Buatan**

Seleksi buatan (juga disebut pembiakan selektif) adalah proses ketika manusia membiakkan hewan dan tumbuhan secara selektif mengembangkan sifat fenotipik tertentu (karakteristik) dengan memilih hewan atau tumbuhan mana yang akan bereproduksi secara seksual dan memiliki keturunan bersama. Istilah ini digunakan oleh Charles Darwin untuk membedakan dengan seleksi alam. Berbeda dengan seleksi buatan, seleksi alam bergantung pada lingkungan alamiah untuk menyeleksi variasi-variasi makhluk hidup yang sesuai dengan tekanan seleksi (Azhari dkk, 2022).



**Gambar 2.7** Anjing Chihuahua dan Great Dane adalah hasil dari seleksi buatan.

Dalam pembiakan hewan, teknik seperti perkawinan sekerabat digunakan. Charles Darwin membahas bagaimana pembiakan selektif telah berhasil menghasilkan perubahan dari waktu ke waktu dalam bukunya yang dipublikasikan pada 1859, *On the Origin of Species*. Bab pertamanya membahas pembiakan selektif dan domestikasi hewan seperti merpati, kucing, sapi, dan anjing. Darwin menggunakan seleksi buatan sebagai batu loncatan untuk memperkenalkan dan mendukung teori seleksi alam.

Seleksi buatan dapat pula terjadi secara tidak sengaja. Misalnya, pada beberapa biji-bijian, peningkatan ukuran benih mungkin disebabkan oleh praktik pembajakan tertentu daripada dari pemilihan benih yang lebih besar secara sengaja. Diperkirakan bahwa domestikasi tanaman pangan pada awal peradaban manusia kebanyakan adalah tidak disengaja.





**Gambar 2.8** Domba ras Lincoln Longwool, contoh dari pembiakan selektif yang dilakukan di Inggris pada abad ke-17

Pembiakan selektif tumbuhan dan hewan telah dipraktekkan sejak prasejarah awal. Spesies domba di Timur Tengah sejak zaman Neolitikum sudah dikawin sekerabatkan untuk menghasilkan sifat yang diinginkan. Gagasan tentang pembiakan selektif kemudian diungkapkan oleh ahli matematika Muslim Persia, Abu Rayhan Biruni, pada abad ke-11.

Menurut Suryani (2024) pembiakan selektif mulai dilakukan dengan dasar yang ilmiah oleh Robert Bakewell selama Revolusi Pertanian Inggris di abad ke-18. Bisa dikatakan bahwa program pembiakan terpentingnya adalah dengan domba. Dengan menggunakan ternak asli, ia dapat dengan cepat menghasilkan domba yang besar, bertulang halus, dengan wol yang panjang dan berkilau. Backwell berhasil mengembangkan ras Lincoln Longwool dan selanjutnya, Lincoln digunakan untuk mengembangkan ras berikutnya, dinamai Leicester Baru (atau Dishley). Domba ini tidak bertanduk dan memiliki tubuh persegi, gemuk dengan bulu- bulu yang lurus di tubuhnya.

Domba-domba ini diekspor secara luas, termasuk ke Australia dan Amerika Utara, dan telah berkontribusi pada banyak ras modern, meskipun faktanya mereka dengan cepat tidak disukai karena preferensi pasar pada daging dan tekstil berubah. Garis keturunan dari New Leicesters asli ini bertahan sampai sekarang sebagai Leicester Inggris (atau Leicester Longwool), yang terutama disimpan untuk produksi wol.

Charles Darwin adalah orang yang menciptakan istilah 'seleksi buatan'; ia tertarik pada proses tersebut sebagai gambaran dari proses seleksi alam yang diusulkannya yang lebih luas. Darwin mencatat bahwa banyak hewan dan tumbuhan peliharaan memiliki sifat khusus karena dikembangkan secara



sengaja oleh peternaknya dan disaat yang bersamaan, menghalangi hewan atau tumbuhan yang tidak memiliki sifat tersebut.



**Gambar 2.9** Seiring waktu, seleksi buatan mengubah beberapa kantung buah teosinte (kiri) menjadi jagung modern dengan biji yang terbuka (kanan).

Domestikasi adalah contoh dari seleksi buatan. Prosesnya mirip dengan spesiasi alami. Pertama, dibuat penghalang untuk memisahkan suatu spesies menjadi kelompok-kelompok yang tidak dapat saling bereproduksi antara satu sama lain menggunakan batasan geografis. Selama beberapa generasi, kelompok yang terasing secara reproduktif mulai memiliki sifat yang saling berbeda sebagai hasil seleksi, baik buatan maupun alami. Semua adaptasi spesies terhadap seleksi buatan, baik disengaja maupun tidak disengaja, disebut sebagai "sindrom domestikasi". Spesies yang didomestikasi pada akhirnya kehilangan kemampuan untuk bertahan hidup di alam liar sebagai bagian dari sindrom adaptif mereka. Anjing adalah contoh hewan yang didomestikasi dari serigala.

Karena kebanyakan domestikasi terjadi pada masa pra- sejarah, peneliti tidak banyak mengetahui proses seperti apa yang membuat domestikasi dapat terjadi pada awalnya. Yang jelas, leluhur para hewan yang didomestikasi pasti memiliki sifat yang menguntungkan bagi manusia, seperti daging yang enak atau bulu yang hangat sehingga menarik bagi manusia saat itu untuk dikembangkan secara selektif.

Pembiakan selektif dapat menghasilkan kualitas hewan yang lebih baik dan tanaman yang menghasilkan lebih banyak buah. Banyak sekali hewan dan tumbuhan merupakan contoh dari domestikasi, yang merupakan salah satu contoh dari seleksi buatan. Namun, hal ini memiliki kekurangan, yaitu berkurangnya

variasi genetik dan bisa menyebabkan ketidaknyamanan bagi hewan. Misalnya, domba yang terlalu besar mungkin akan kesulitan untuk berjalan.

## 2.5 Jam Biologi

Jam biologis merupakan mekanisme internal yang berfungsi sebagai isolator internal yang mengikuti waktu. Jam biologis ini tampaknya menjadi ciri umum organisme eukariotik, dengan bukti pertama terkait irama biologis yang ditemukan melalui studi pada tumbuhan. Jam biologis pada tumbuhan berperan penting dalam mengatur irama sirkadian yang mengontrol berbagai aktivitas fisiologis. Proses seperti pembungaan, pembukaan stomata, dan pelepasan aroma bunga mengikuti siklus 24 jam, bahkan tanpa isyarat lingkungan. Misalnya, pembungaan pada tanaman dipengaruhi oleh fotoperiodisme, yaitu respon terhadap panjang siang dan malam. Pada *Arabidopsis thaliana*, jam sirkadian mengatur ekspresi gen seperti *CAB*, yang berperan dalam fotosintesis. Sistem fotoperiodik ini memungkinkan tumbuhan menyesuaikan aktivitasnya dengan perubahan musim, mendukung kelangsungan hidupnya.



**Gambar 2.10** Tanaman *Arabidopsis thaliana*

Pembungaan, pembuahan, dan pembentukan biji adalah peristiwa-peristiwa penting dalam produksi tanaman. Proses-proses ini dikendalikan oleh faktor lingkungan, terutama fotoperiode dan suhu, serta oleh faktor genetik atau internal. Salah satu proses perkembangan yang harus terjadi pada waktu yang tepat adalah pembungaan. Tumbuhan tidak bisa berbunga terlalu cepat sebelum organ penunjang lainnya, seperti akar dan daun, siap. Di sisi lain, tumbuhan juga tidak dapat berbunga terlalu lambat karena dapat menyebabkan buahnya tidak matang sebelum musim dingin tiba.

Faktor lingkungan sangat berkaitan erat dengan kehidupan tumbuhan dan mempengaruhi berbagai proses fisiologi di dalamnya. Semua proses fisiologi dipengaruhi oleh suhu, dan beberapa proses sangat bergantung pada cahaya serta temperatur. Penyinaran terhadap tanaman adalah salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pembungaan. Peristiwa musiman sangat penting dalam siklus hidup sebagian besar tumbuhan. Perkecambahan biji, pembungaan, serta permulaan dan pengakhiran dormansi tunas adalah contoh-contoh tahapan perkembangan tumbuhan yang biasanya terjadi pada waktu tertentu dalam setahun. Stimulus lingkungan yang paling umum digunakan oleh

tumbuhan untuk mendeteksi waktu dalam setahun adalah fotoperiode, yaitu panjang relatif malam dan siang. Respon fisiologis terhadap fotoperiode, seperti pembungaan, disebut fotoperiodisme (Nasuka dkk, 2024).

Jam biologis mengatur irama sirkadian pada tumbuhan dan organisme eukariotik lainnya. Siklus fisiologis dengan frekuensi sekitar 24 jam disebut irama sirkadian. Irama ini bertahan bahkan ketika organisme tersebut berada dalam lingkungan yang terlindung dari petunjuk lingkungan, seperti pada tanaman buncis. Penelitian menunjukkan bahwa osilator untuk irama sirkadian bersifat endogen atau internal. Jam ini diatur agar sesuai dengan periode 24 jam melalui sinyal harian dari lingkungan.

Jika suatu organisme dibiarkan dalam lingkungan yang konstan, maka irama sirkadian dapat menyimpang dari periode 24 jam, baik sedikit lebih panjang atau lebih pendek. *Fotoperiodisme* mengatur banyak respon tumbuhan terhadap perubahan musim. Salah satu penemuan awal tentang fotoperiodisme berasal dari studi pada varietas tanaman tembakau *Maryland Mammoth*. Varietas ini tumbuh dengan subur, namun gagal berbunga selama musim panas. Setelah mencoba memanipulasi suhu, kelembaban, dan nutrisi, akhirnya diketahui bahwa varietas ini berbunga di rumah kaca pada bulan Desember, ketika panjang malam menjadi lebih pendek. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan panjang hari memicu pembungaan.

Organisme telah berevolusi untuk mengkoordinasikan aktivitas mereka dengan siklus siang dan malam yang disebabkan oleh rotasi bumi. Meskipun respon langsung terhadap cahaya dan kegelapan penting, jam biologis juga telah berevolusi untuk mengatur waktu proses-proses biologis. Irama sirkadian, yang berasal dari kata Latin "circa" (kira-kira) dan "dies" (hari), adalah hasil yang paling mencolok dari jam biologis, yang mengatur peristiwa-peristiwa yang terjadi sekali dalam sehari. Bahkan tanpa adanya isyarat lingkungan, irama sirkadian bertahan dengan periode mendekati 24 jam. Jam sirkadian mengatur berbagai aspek metabolisme, fisiologi, dan perilaku.

Mekanisme jam sirkadian sulit untuk diidentifikasi hingga ditemukannya mutan yang mempengaruhi ritme sirkadian serta gen-gen terkait pada organisme seperti *Drosophila* dan *Neurospora*. Studi molekuler dan genetika menunjukkan bahwa periode 24 jam muncul dari sistem umpan balik yang saling berhubungan, yang mengontrol transkripsi sejumlah kecil "gen jam". Umpan balik negatif, bersama dengan penundaan, cukup untuk menghasilkan osilasi. Meskipun demikian, mekanisme jam sirkadian tetap kompleks, dan memahami kompleksitas ini masih menjadi tantangan. Irama sirkadian tampak serupa pada berbagai spesies, tetapi gen yang membentuk mekanisme jam ini sangat berbeda, tergantung pada apakah organisme tersebut adalah hewan, tumbuhan, jamur, atau cyanobacteria. Jam mungkin telah berevolusi beberapa kali untuk menjalankan fungsi yang serupa, menjadikannya contoh evolusi konvergen (Fitria dan Ahmad, 2021).

Pada tumbuhan, jam sirkadian mengatur sekitar 5% genom (lebih dari 1000 gen pada *Arabidopsis*). Fungsi dari gen-gen ritmis ini mencakup banyak proses, termasuk gerakan daun dan kelopak, pembukaan dan penutupan stomata, pelepasan aroma bunga, dan aktivitas metabolik, terutama yang berhubungan dengan fotosintesis. Jam sirkadian juga mempengaruhi siklus musiman yang tergantung pada panjang hari, seperti regulasi pembungaan. Sistem fotoperiodik bergantung pada jam sirkadian untuk mengukur durasi siang dan malam, sehingga memungkinkan tumbuhan memantau perubahan musim.

*Arabidopsis thaliana*, spesies model dalam genetika tumbuhan, menunjukkan irama sirkadian yang terlihat dalam gerakan daun, serta dalam ekspresi gen-gen tertentu, terutama gen klorofil a b binding protein (gen CAB). Gen reporter luminescent, seperti luciferase, digunakan untuk memvisualisasikan regulasi ekspresi gen sirkadian, menciptakan ritme cahaya pada tanaman transgenik. Ritme ini dapat dipantau pada bibit tunggal menggunakan video pencitraan cahaya rendah, yang telah memungkinkan identifikasi mutan ritme sirkadian pada *Arabidopsis*.



**Gambar 2.11** Hewan *Drosophila melanogaster*

Pada hewan, jam biologis mengatur aktivitas harian seperti pola makan, tidur, dan reproduksi. Irama sirkadian ini tetap bertahan meski tanpa isyarat lingkungan, seperti cahaya atau suhu. Sebagai contoh, studi pada *Drosophila* menunjukkan adanya gen "jam" yang memengaruhi ritme biologis mereka. Mekanisme ini melibatkan sistem umpan balik yang kompleks, menghasilkan osilasi dengan periode mendekati 24 jam. Jam biologis juga memungkinkan hewan menyesuaikan diri dengan siklus siang-malam, mendukung efisiensi energi dan keberlangsungan aktivitasnya.

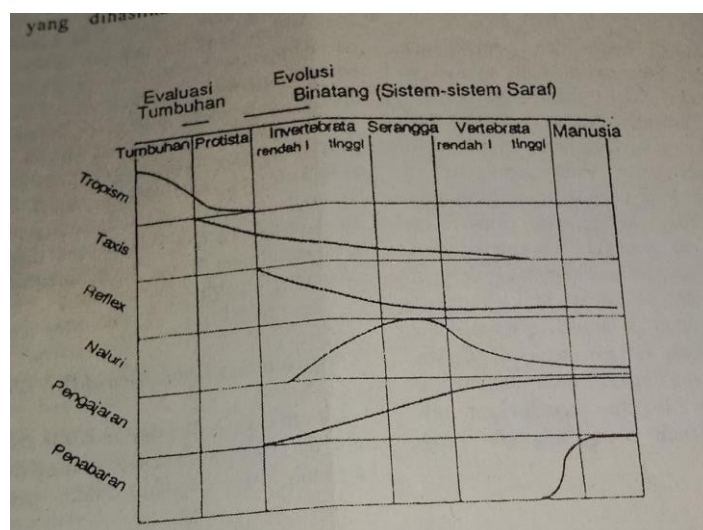
## **2.6 Pola-Pola Perilaku Sosial**

Pola-pola perilaku sosial dalam dunia hewan dan tumbuhan merupakan bagian penting dalam ekosistem alami. Perilaku sosial hewan meliputi berbagai interaksi yang dilakukan antarindividu dalam suatu kelompok untuk kelangsungan hidup, reproduksi, hingga perlindungan diri. Tumbuhan pun memiliki pola-pola interaksi tertentu, meski sering kali bersifat tidak langsung, seperti alopati atau hubungan mutualisme dengan organisme lain. Pola-pola ini muncul sebagai adaptasi terhadap tekanan lingkungan dan kebutuhan bertahan hidup. Misalnya, koloni lebah menunjukkan pembagian tugas yang

terstruktur antara ratu, pekerja, dan penjaga. Setiap anggota koloni berkontribusi pada keberlangsungan kelompoknya. Dengan memahami pola-pola ini, kita dapat melihat bagaimana interaksi sosial mendukung keberlangsungan spesies dalam lingkungan mereka.

Interaksi sosial pada hewan dapat dibagi menjadi beberapa kategori, seperti perilaku kooperatif, kompetitif, dan altruistik. Perilaku kooperatif terlihat pada spesies yang hidup berkelompok seperti singa, di mana mereka berburu secara bersama-sama untuk meningkatkan peluang keberhasilan. Kompetisi sering terjadi saat sumber daya seperti makanan atau pasangan terbatas, seperti yang terlihat pada pertarungan antara jantan dalam kawanan rusa. Altruisme, meskipun jarang, juga ditemukan pada hewan tertentu, seperti pada semut pekerja yang rela mengorbankan dirinya untuk melindungi koloni. Pola-pola ini bukan hanya memengaruhi individu, tetapi juga menentukan keberlanjutan kelompok. Setiap tindakan hewan sering kali memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap anggota lain dalam kelompok. Dengan demikian, perilaku sosial menjadi salah satu kunci keberhasilan evolusi.

Tumbuhan juga memiliki pola interaksi sosial meskipun sifatnya pasif dan lebih berbasis kimia. Salah satu contoh pola perilaku sosial pada tumbuhan adalah alopati, yaitu kemampuan tumbuhan tertentu untuk menghasilkan senyawa kimia yang menghambat pertumbuhan tumbuhan lain di sekitarnya. Interaksi ini biasanya bertujuan untuk mengurangi persaingan sumber daya seperti cahaya, air, atau nutrisi tanah. Selain itu, tumbuhan juga sering terlibat dalam hubungan mutualisme dengan organisme lain, seperti jamur mikoriza atau bakteri pengikat nitrogen pada akar kacang-kacangan. Hubungan ini saling menguntungkan karena membantu tumbuhan mendapatkan nutrisi tambahan dan meningkatkan adaptasi mereka terhadap kondisi lingkungan. Meskipun tidak seperti hewan, pola ini tetap menunjukkan bentuk "kerja sama" dalam konteks ekologi.



**Gambar 2.12** Penyajian secara Skematik mengenai pentingnya nisbi dari komponen perilaku dalam phylogeni.

Gambar 2.12 memberikan ilustrasi tentang salah satu pola perilaku sosial pada hewan, yaitu kehidupan berkoloni. Gambar tersebut menunjukkan bagaimana anggota kelompok berinteraksi untuk menjalankan tugas masing-masing demi kelangsungan hidup koloni. Misalnya, pada lebah madu, gambar ini dapat menjelaskan peran penting antara lebah ratu, pekerja, dan penjaga. Lebah pekerja bertugas mengumpulkan nektar dan merawat anak-anak lebah, sedangkan penjaga melindungi sarang dari ancaman luar. Pola interaksi yang terorganisir ini memastikan kelangsungan hidup seluruh koloni, bahkan dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Gambar ini juga mencerminkan betapa pentingnya kerja sama dalam menciptakan harmoni dalam kelompok sosial hewan.

Interaksi sosial pada hewan sering kali melibatkan komunikasi yang kompleks melalui suara, gerakan, atau feromon. Contohnya adalah panggilan peringatan pada burung atau penggunaan feromon pada semut untuk menandai jalur menuju sumber makanan. Komunikasi ini tidak hanya membantu individu berkoordinasi, tetapi juga meningkatkan efektivitas kelompok dalam menghadapi ancaman atau mencari makanan. Pada beberapa spesies, komunikasi ini bahkan berkembang menjadi bentuk perilaku yang lebih canggih, seperti tarian lebah untuk menunjukkan lokasi bunga yang kaya akan nektar. Dengan kata lain, komunikasi menjadi sarana utama yang memungkinkan terjalannya pola perilaku sosial yang lebih kompleks.

Pada tumbuhan, komunikasi sosial juga terjadi melalui sinyal kimia. Sebagai contoh, ketika diserang oleh herbivora, beberapa tumbuhan dapat melepaskan senyawa kimia yang memberi peringatan kepada tumbuhan tetangganya untuk meningkatkan pertahanan. Selain itu, akar tumbuhan sering kali terhubung melalui jaringan jamur bawah tanah yang dikenal sebagai wood wide web. Melalui jaringan ini, tumbuhan dapat berbagi informasi, seperti ancaman dari patogen, atau bahkan berbagi nutrisi dengan tetangga yang kekurangan. Pola ini mencerminkan bagaimana interaksi sosial juga terjadi pada makhluk hidup yang tampaknya tidak bergerak. Dalam ekosistem, komunikasi ini menjadi dasar terjalannya hubungan timbal balik antara organisme.

Pola perilaku sosial juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Hewan yang hidup berkelompok sering kali membantu menyebarkan biji tanaman melalui konsumsi buah, sementara tumbuhan menyediakan habitat bagi berbagai spesies hewan. Hubungan ini menciptakan siklus yang saling bergantung, di mana keberhasilan satu spesies berdampak langsung pada spesies lainnya. Selain itu, pola-pola ini sering kali menjadi indikator kesehatan ekosistem. Perubahan dalam pola perilaku sosial hewan atau tumbuhan dapat mengindikasikan gangguan lingkungan, seperti polusi atau perubahan iklim.

Namun, pola-pola sosial pada hewan dan tumbuhan tidak selalu menguntungkan semua pihak. Beberapa interaksi kompetitif dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam ekosistem, seperti invasi spesies asing yang menghambat tumbuhan lokal. Pada hewan, perilaku agresif atau dominasi kelompok tertentu juga dapat memicu konflik yang merugikan. Oleh karena itu, memahami pola-pola ini tidak hanya penting untuk

mempelajari ekologi, tetapi juga untuk mendukung upaya konservasi. Dengan mengetahui bagaimana pola-pola ini berfungsi, kita dapat merancang strategi yang lebih efektif dalam melestarikan keanekaragaman hayati.

Pola perilaku sosial, baik pada hewan maupun tumbuhan, memberikan wawasan yang mendalam tentang kompleksitas kehidupan di alam. Interaksi yang tampak sederhana, seperti kerja sama dalam koloni atau hubungan mutualisme, sebenarnya merupakan hasil evolusi yang panjang. Gambar 2.12 menjadi salah satu bukti visual yang menunjukkan betapa terorganisirnya pola-pola tersebut dalam dunia hewan. Studi tentang perilaku sosial ini tidak hanya memperkaya ilmu pengetahuan, tetapi juga mengingatkan kita akan pentingnya hubungan antarorganisme dalam menjaga kelangsungan hidup bersama di bumi.

## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **3.1 Kesimpulan**

Dari uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa habitat merupakan tempat tinggal organisme yang menyediakan sumber daya untuk kelangsungan hidup. Relung ekologi menggambarkan peran fungsional suatu spesies dalam ekosistem. Spesiasi adalah proses pembentukan spesies baru, yang dapat terjadi secara alopatrik (isolasi geografis) atau simpatrik (tanpa isolasi geografis). Seleksi alam merupakan proses evolusi yang mendorong adaptasi organisme terhadap lingkungannya, sementara seleksi buatan adalah intervensi manusia dalam proses evolusi. Jam biologis mengatur ritme sirkadian organisme, sedangkan pola perilaku sosial dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Pemahaman yang komprehensif tentang konsep-konsep ini sangat penting dalam berbagai bidang, seperti ekologi, evolusi, dan konservasi. Dengan memahami bagaimana organisme berinteraksi dengan lingkungannya, kita dapat mengembangkan strategi yang lebih efektif untuk melindungi keanekaragaman hayati dan menjaga keseimbangan ekosistem.

#### **3.2 Saran**

Setiap individu sebaiknya menyadari peran pentingnya dalam menjaga kelestarian lingkungan. Tindakan sederhana seperti memilah sampah, mengurangi penggunaan plastik, serta menanam dan merawat tanaman di sekitar rumah sebaiknya dilakukan karena dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati. Dengan demikian, setiap orang dapat menjadi agen perubahan yang nyata dalam menjaga keseimbangan ekosistem.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, O. S. (2017). *Ekologi manusia dan pembangunan berkelanjutan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Alamsyah, R. (2020). *Biogeografi terumbu karang Indonesia*. Agrominansia, 5(1), 37-45.
- Azhari, R., Kurnia, Y. F., & Martius, E. (2022). Karakteristik Inovasi Terpakai dalam Peternakan Sapi Rakyat dan Pertanian Padi di Kabupaten 50 Kota Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 110-118.
- Eptiana, R., & Amir, A. (2021). Pola perilaku sosial masyarakat dalam mempertahankan budaya lokal (Studi kasus pembuatan rumah di Desa Minanga Kecamatan Bambang Kabupaten Mamasa). *EDULEC: Education, Language, and Culture Journal*, 1(1), 20-27.
- Fitria, A., & Ahmad, N. I. M. (2021). Studi Kunjungan Harian Arthropoda Pada Tanaman Ageratum Conyzoides dan Synedrella Nodiflora di Area Pertanian Desa Wringinpitu Kecamatan Mojowarno Sebagai Bahan Pengembangan E-Katalog. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 1(2), 31-35.
- Herwindati, Y. T. (2021). Rancangan konsep dan prinsip ekologi untuk bahan ajar program S1 biologi pada sistem pendidikan terbuka dan jarak jauh. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 22(1), 26-36.
- Iskandar, M. T. (2024). *Pengembangan pondok pesantren sebagai tempat pendidikan untuk santri di Salatiga dengan pendekatan permakultur (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Manueke, J., Sembiring, J., & Tarore, D. (2020). Karakterisasi sekuen DNA gen mtCO-1 hama penggerek pucuk (*Hypsipyla* sp.) pada tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di Kabupaten Minahasa dan Kota Tomohon Provinsi Sulawesi Utara. *Indonesian Journal of Entomology*, 17(1), 456061.
- Nasuka, N. A., As'ari, H., Kurniawan, R., Ardiyansyah, F., & Nurmasari, F. (2024). DINAMIKA HARIAN PLANKTON DI TELUK PANGPANG BLOK JATI PAPAK TAMAN NASIOAL ALAS PURWO. *JURNAL BIOSENSE*, 7(01), 156-162.
- Nur, G. N. S. (2021). Ekologi Budaya Sebagai Wawasan Pokok Dalam Pengembangan Masyarakat Untuk Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. *Jurnal Tambora*, 5(1), 27-33.
- Nurfirdaus, N., & Sutisna, A. (2021). Lingkungan sekolah dalam membentuk perilaku sosial siswa. *Naturalistic: Jurnal Kajian dan Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2b), 895-902.

- Odum, E. P. (1996). *Dasar-dasar ekologi (Edisi ketiga)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rasidi, S., & Ischak, T. M. (2014). *Batasan dan ruang lingkup ekologi hewan*. BIOL4412/MODUL1.
- Safrida, S., Pandinni, G. F., Setyaningrum, S., Pangestuti, R., Sidik, E. A., Nuraliah, S., & Armayanti, A. K. (2023). *Pengantar biologi: Teori komprehensif*. Yogyakarta: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sirajuddin, N. T., Wiwin, W., Efendi, M. R. S., Karuwal, R. L., Monica, R. D., Sinay, H., & Sampe, F. (2024). *Pengantar ilmu biologi*. Malang: CV. Gita Lentera.
- Suryani, H. F., Ibrahim, I., & Judijanto, L. (2024). *Genetika ternak: Teori & praktik*. Yogyakarta: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.