

MEKANISME EVOLUSI

SMA REGINA PACIS JAKARTA

Ms. Evy Anggraeny



VIDEO

- Mekanisme Evolusi

<https://www.youtube.com/watch?v=sLM3u-YWVA0>

- Mekanisme Evolusi

https://www.youtube.com/watch?v=_A9XSBXKfuQ

- Evolution Mechanism

<https://www.youtube.com/watch?v=U-qlpsd0PxM>

VIDEO

- Five fingers of evolution
<https://www.youtube.com/watch?v=5NdMnlt2keE>
- Hardy Weinberg Equilibrium
<https://www.youtube.com/watch?v=7S4WMwesMts>
- Hardy Weinberg Law
<https://www.youtube.com/watch?v=Z4Q9TbnJXqM>



Mekanisme Utama Evolusi

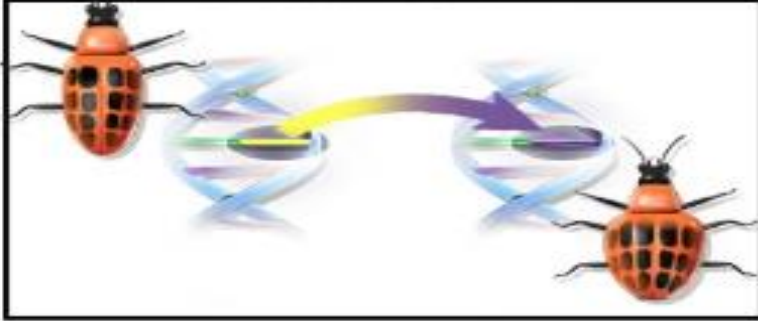
- Frekuensi gen pada populasi
- Seleksi alam & adaptasi
- *Genetic Drift* (hanyutan genetik)
- Aliran gen
- Rekombinasi seksual

x
xx

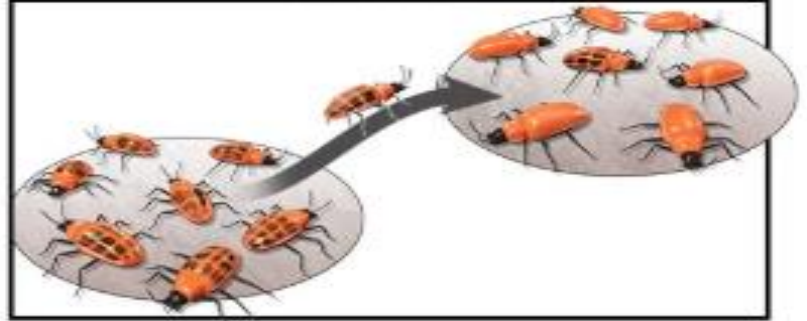


Mekanisme Utama Evolusi

Genetic Mutation



Gene Flow



Genetic Drift



Natural Selection



Mutasi Gen

- Perubahan struktur DNA yang menyebabkan sifat dan karakter organisme berubah, serta sifatnya diturunkan.
- Sifat keturunan berbeda dengan nenek moyang.
- Umumnya merugikan.
- Sifat menguntungkan hanya 1/1.000
- **Angka laju mutasi** yaitu jumlah gen yang bermutasi dari seluruh gamet yang dihasilkan satu individu dari suatu spesies. Jumlahnya berkisar 1/100.000

Contoh Mutasi Gen

Contoh :

Diketahui:

- Jumlah populasi spesies = 700.000.000
- Jumlah generasi selama spesies itu ada = 3.000
- Jumlah gen yang mampu bermutasi = 8.000
- Angka laju mutasi per gen adalah = 1 : 100.000
- Perbandingan mutasi gen yang mungkin = 1 : 1.000

Ditanyakan:

Berapakah kemungkinan terjadinya mutasi yang memungkinkan selama spesies itu ada?

Mutasi Gen

Jawab:

• Jumlah mutasi gen yang menguntungkan pada satu individu dengan:

• Rumus = angka laju mutasi per gen $\times \Sigma$ gen bermutasi $\times$ mutasi gen yang mungkin

$$= 1 / 100.000 \times 8.000 \times 1 / 1.000$$

$$= 8 / 100.000$$

$$= 1 / 12.500 = 0,00008 \text{ gen}$$



Mutasi Gen

Jawab:

- Banyak mutasi gen yang menguntungkan dalam setiap generasi dengan:

- Rumus = angka laju mutasi per gen $\times \Sigma$ populasi spesies

$$= 1 / 100.000 \times 700.000.000$$

$$= 7.000 \text{ buah}$$





Contoh



Mutasi Gen

- Jumlah mutasi yang menguntungkan selama spesies itu ada:
- $= \sum \text{mutasi gen menguntungkan}$
setiap spesies $\times \sum \text{keberadaan}$
generasi tersebut
- $= 7.000 \times 3.000$
- $= 21.000.000 \text{ buah}$



Rekomendasi Gen

- ❑ Melalui reproduksi seksual
- ❑ Sifat baru hasil kombinasi
- ❑ **Jenisnya:**

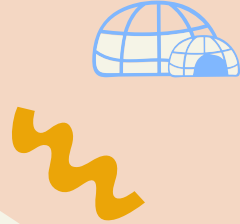
1. Frekuensi gen

2. Hukum Hardy – Weinberg

- ❑ Perbandingan genotipe yang satu dengan genotipe yang lain dalam satu populasi

- ❑ **Persilangan acak maka:**

- Setiap genotipe memiliki viabilitas dan kesempatan yang sama
- Perbandingan genotipenya setiap generasi akan tetap sama



$\frac{x}{xx}$





Contoh Frekuensi Gen

- Daerah Bogor memiliki populasi kupu-kupu oranye (HH) dan kupu-kupu coklat muda (hh).
Jika disilangkan secara acak akan menghasilkan F1 = kupu-kupu warna oranye kecoklatan (Hh).



- Jika F1 disilangkan dengan sesamanya akan menghasilkan frekuensi genotipe F2



- $$\begin{aligned} &= HH : Hh : hh \\ &= 25\% : 50\% : 25\% \\ &= 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$



Contoh Frekuensi Gen

- Frekuensi keseimbangan genotipe F₂ = hasil kali dari frekuensi gen pada masing-masing induknya.
- Perhitungan secara matematis =
$$= (H + h) (H + h)$$
$$= HH + 2Hh + hh$$
$$= H^2 + 2Hh + h^2$$
- Jika sesama F₂ disilangkan maka perbandingan genotipe yang dihasilkan =
$$= 4 HH \quad : \quad 8 Hh \quad : \quad 4 hh$$
$$= 1 \quad : \quad 2 \quad : \quad 1$$

Hukum Hardy - Weinberg

Perbandingan genotipe dan perbandingan antara gen dari generasi ke generasi akan selalu sama,

JIKA terpenuhi:

- Setiap genotipe memiliki viabilitas dan fertilitas yang sama
- Persilangan terjadi secara acak
- Terdapat pada populasi besar
- Ada isolasi dari populasi lain
- Tidak ada migrasi
- Tidak terjadi mutasi
- Tidak terjadi seleksi alam



Hk. Hardy Weinberg

- Rumus umum dengan **2 alel**:

$$p + q = 1$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$



Hk. Hardy - Weinberg

- ❑ Jika $H = p$ dan $h = q$
- ❑ Penulisan Hukum Hardy – Weinberg pada F_2 hasil persilangan $hh \times Hh$ dengan gamet induknya $\frac{1}{2} H$ dan $\frac{1}{2} h$.
- ❑ Frekuensi genotipe keturunannya adalah =
$$= \frac{1}{4} HH + \frac{1}{2} Hh + \frac{1}{4} hh$$
$$= \frac{1}{4} p^2 + \frac{1}{2} pq + \frac{1}{4} q^2$$
$$= p^2 + 2pq + q^2$$
- ❑ rasionya = $1 : 2 : 1$





Hk. Hardy - Weinberg

- Karena $H + h = 1$
- Maka $p + q = 1$ dan $p^2 + 2pq + q^2 = 1$

Contoh frekuensi gen dominansi:

- Berdasarkan data kependudukan pada akhir tahun 2025, kota Surabaya memiliki jumlah penduduk sebanyak 10.000 orang. 15 diantaranya menderita albino. Sifat ini dikendalikan oleh gen homozigot resesif (aa). Berapakah jumlah orang pembawa sifat albino yang heterozigot?

Contoh Hk. Hardy Weinberg

• Jawab =

$$\text{Albino} = aa = q^2 = 15/10.000 = \sqrt{0,0015}$$

$$q = 0,038729 = 0,03873$$

Karena $p + q = 1$, maka

$$p = 1 - 0,03873 = 0,96127$$

$$p^2 = (0,96127)^2 = 0,92404 \\ = 92,404\%$$

$$\text{Jumlah orang } p^2 = AA = 0,92404 \times 10.000 \text{ orang}$$

$$= 9.240,4 \text{ orang} = 9.240 \text{ orang}$$



Contoh Hk. Hardy - Weinberg

$$\begin{aligned}2pq &= 2 (0,96127 \times 0,03873) \\&= 2 (0,03723) \\&= 0,07446 = 7,446\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah orang Aa} &= 2pq = 0,07446 \times 10.000 \\ \text{orang} &= 744,6 \text{ orang} \\ &= 745 \text{ orang}\end{aligned}$$



Contoh Hk. Hardy - Weinberg



Pembuktian $p + q = 1$

Orang dengan albino ($aa = q^2$) = 15 orang



Orang dengan normal heterozigot ($Aa = 2pq$) = 745 orang



Orang sifat normal ($AA = p^2$) = 9240 orang



=====

Jumlah Total Populasi = 10.000 orang





Contoh Hk. Hardy - Weinberg

Berdasarkan data kependudukan pada akhir tahun 2025, kota Kendari memiliki jumlah penduduk sebanyak 10.000 orang. Dalam jumlah penduduk tersebut terdapat individu dengan genotype perasa kertas PTC 54% sedangkan bukan perasa PTC (tt) 46%, maka:

- Berapa frekuensi gen perasa (T) dan gen bukan perasa (t) dalam populasi tersebut?
- Berapakah rasio genotipnya?

Contoh Hk. Hardy - Weinberg



Diketahui:

- Penduduk yang dapat merasa kertas (PTC) dengan gen $TT = 54\%$
- Penduduk yang tidak dapat merasa kertas (bukan PTC) dengan gen $tt = 46\%$

x
xx





Contoh Hk. Hardy - Weinberg



Ditanya:

- Berapa frekuensi gen perasa (T) dan gen bukan perasa (t) dalam populasi tersebut?
- Berapakah rasio genotipnya?



x
xx



x
xx



Contoh Hk. Hardy - Weinberg

Jawab:

Karena $T + t = 1$

Maka $p + q = 1$ dan $p^2 + 2pq + q^2 = 1$



Gen perasa bukan PTC = $tt = q^2 = 46\%$
 $q^2 = \sqrt{0,46}$ maka $q = 0,67823$

$$p + q = 1$$

$$p = 1 - 0,67823 = 0,32177$$

Frekuensi gen T (p) = $32,17\% = 32,18\%$

Frekuensi gen t (q) = $67,82\%$

Contoh Hk. Hardy - Weinberg


$$TT = p^2 = (0,32177)^2 \\ = 0,10353 = 10,35\%$$

$$Tt = 2pq = 2 (0,32177 \times 0,67823) \\ = 2 (0,21823) = 0,43646 = 43,65\%$$

$$tt = q^2 = (0,67823)^2 = 0,45999 = 45,99\% = 46\%$$

Jadi perbandingan genotipe = $TT : Tt : tt$
 $= 10.35 : 43.65 : 46$

Muchas Gracias



© ea - mekanisme evolusi - bio xii - 04 feb 2026



x
xx