

PERUBAHAN FREKUENSI GEN - AKIBAT SELEKSI

Kasus I Dominan Sempurna

Kuswanto, 2012

FP UB Malang

1.Kasus I dominan sempurna

- Dengan memperhitungkan gen-gen yang mengalami seleksi/tersingkir.
- Seleksi terhadap individu-individu yang dominan (selection against dominance = recessive favors)

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	p^2	$2pq$	q^2
Relative fitness	$w_{11}=1-s$	$w_{12}=1-s$	$w_{22}=1$
Frekuensi setelah seleksi	$p^2(1-s)/\bar{w}$	$2pq(1-s)/\bar{w}$	q^2/\bar{w}

- Antara AA dan Aa tidak dapat dibedakan sehingga nilai fitnessnya sama

$$\begin{aligned}\Delta q &= (pq / \bar{w}) \cdot \{p (w_{11} - w_{12}) + q (w_{12} - w_{22})\} \\ &= (pq / \bar{w}) \{p (1-s - 1+s) + q (1-s-1)\} \\ &= - pq^2s / \bar{w}\end{aligned}$$

dimana

$$\bar{w} = p^2(1-s) + 2pq (1-s) + q^2 (1) = 1 - p^2s - 2pqs$$

- Apabila seleksinya komplit (lengkap), $s=1$, maka

$$\Delta q = - pq^2 / 1 - p^2 - 2pq$$

Seleksi terhadap individu-individu resesif (dominance favors)

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	p^2	$2pq$	q^2
Relative fitness	$w_{11}=1$	$w_{12}=1$	$w_{22}=1-s$
Frekuensi setelah seleksi	p^2 / \bar{w}	$2pq / \bar{w}$	$q^2(1-s) / \bar{w}$

$$\begin{aligned}
\Delta q &= (pq / \bar{w}) \cdot \{q (w_{22} - w_{12}) + p (w_{12} - w_{11})\} \\
&= (pq / \bar{w}) \{q (1 - s - 1) + p (1 - 1)\} \\
&= - pq^2 s / \bar{w}
\end{aligned}$$

dimana

$$\bar{w} = p^2 + 2pq + q^2 (1-s) = 1 - sq^2$$

Contoh kasus



Hasil Pengamatan

- Sifat yang dikaji : Warna rambut tongkol jagung
- Dikontrol oleh gen dominan
 - A (ungu) dan a putih
- Dari 1000 tanaman terdapat 500 tanaman yang rambut tongkolnya merah, 400 tongkol ungu muda dan 100 putih. Intensitas seleksi 10% terhadap alel resesif
- Maka frekuensi genotip AA (f_{11})=0,5, Aa (f_{12})=0,4 dan aa (f_{22})=0,1
- Frekuensi gen A (p)=0,7 dan a (q)=0,3

Dimasukkan

Seleksi terhadap alel resesif

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	$(0,7)^2=0,49$	$2(0,7)(0,3)=0,42$	$(0,3)^2=0,09$
Relative fitness	1	1	$1-0,1=0,9$
Frekuensi setelah seleksi	p^2/\bar{w} $=0,49/0,991$ $= 0,4945$	$2pq/\bar{w}$ $=0,42/0,991$ $=0,4238$	$q^2(1-s)/\bar{w}$ $=0,09/0,991$ $=0,0908$

Dimana $\bar{w} = 1 -sq^2 = 1-(0,1)(0,09) = 0.991$

$\Delta q = - pq^2s / \bar{w} = -(0,7)(0,09)(0,1)/0,991 = -0,006357$

Kalau seleksi lengkap, $s=1$, maka Bgm pula kala yang diseleksi yang dominan??

- Apabila seleksinya komplit, $s=1$, maka

$$\begin{aligned}\Delta q &= -pq^2 / 1 - q^2 \\ &= -q^2 / 1 + q\end{aligned}$$

- Pada kasus khusus $s = 1$ ini juga berlaku

$$\Delta q = q_1 - q_0 \text{ sehingga}$$

$$\begin{aligned}q_1 &= q_0 + \Delta q \\ &= q_0 + (-q_0^2 / (1 + q)) \\ &= q_0 / (1 + q_0)\end{aligned}$$

- apabila prosesnya berjalan terus-→ analog dengan cara tersebut
maka $q_2 = q_1 / (1 + q_1)$
 $= q_0 / (1 + 2q_0)$
- dan bila n generasi-→ $q_n = q_0 / (1 + n q_0)$
- rumus ini gunanya untuk menaksir berapa generasi diperlukan untuk merubah rekuensi a dari q_0 ke q_n
- dan n (generasi) yang diperlukan adalah
 $n = (1/q_n) - (1/q_0)$

2.Kasus II dominan parsial

- Individu heterosigot (Aa) terletak antara AA dan aa

a. Seleksi terhadap individu yang mempunyai alel resesif

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	p^2	$2pq$	q^2
Relative fitness	1	$1-1/2s$	$1-s$
Frekuensi setelah seleksi	p^2 / \bar{w}	$2pq(1-1/2s) / \bar{w}$	$q^2(1-s) / \bar{w}$

Diturunkan dari tabel tersebut, maka $\bar{w} = 1 - qs$

$$\begin{aligned}
\Delta q &= (pq / \bar{w}) \cdot \{q (w_{22} - w_{12}) + p(w_{12} - w_{11})\} \\
&= \{pq \cdot q (1-s - 1 + 1/2) + p(1 - 1/2s - 1)\} / 1 - qs \\
&= \{pq (-1/2qs - 1/2qs)\} / 1 - q^2 \\
&= \{-pqs (p+q)\} / 2(1-qs) \\
&= -pqs / 2(1-qs)
\end{aligned}$$

- dibandingkan seleksi sigot ini, seleksi gamet lebih efektif untuk individu resesif, karena perubahan gennya 2 kali lebih cepat
- $\Delta q = -pqs / (1-qs) \rightarrow$ untuk seleksi gamet (2x)

b. Seleksinya terhadap individu heterosigot

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	p^2	$2pq$	q^2
Relative fitness	1	$1-s$	1
Frekuensi setelah seleksi	p^2 / \bar{w}	$2pq(1-s) / \bar{w}$	q^2 / \bar{w}

$$\begin{aligned} \bar{w} &= p^2 + 2pq(1-s) + q^2 = 1 - 2pqs \\ \Delta q &= (pq / \bar{w}) \cdot \{q(w_{22} - w_{12}) + p(w_{12} - w_{11})\} \\ &= (pq / \bar{w}) \cdot \{q(1-1+s) + p(1-s-1)\} \\ &= (pq / \bar{w}) \cdot (qs - ps) \\ &= (pqs / \bar{w}) \cdot (q-p) \\ &= (pqs / \bar{w}) \cdot (q-1/2) \\ &\rightarrow \text{nilai + karena jumlah individu aa naik} \end{aligned}$$

Contoh Kasus Sebelumnya

- Warna rambut tongkol jagung dikontrol oleh gen dominan , dimana A (merah) dan a putih
- Dari 1000 tanaman terdapat 500 tanaman yang rambut tongkolnya merah, 400 tongkol ungu muda dan 100 putih. Intensitas seleksi 20% terhadap individu heterosigot
- Maka frekuensi genotip AA (f_{11})=0,5, Aa (f_{12})=0,4 dan aa (f_{22})=0,1
- Frekuensi gen A (p)=0,7 dan a (q)=0,3
- **INGAT!! SELEKSI GALUR MURNI**

Dimasukkan

Seleksi terhadap INDIVIDU HETEROSIGOT

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	$(0,7)^2=0,49$	$2(0,7)(0,3)=0,42$	$(0,3)^2=0,09$
Relative fitness	1	$1-0,2=0,8$	1
Frekuensi setelah seleksi	p^2 / \bar{w} $=0,49/0,9118$ $= 0,5374$	$2pq(1-s) / \bar{w}$ $=0,42(0,8)/0,9118$ $= 0,3685$	q^2 / \bar{w} $=0,09/0,9118$ $=0,0987$

Dimana $\bar{w} = 1 - 2pqs = 1 - 2(0,49)(0,09) = 0,9118$

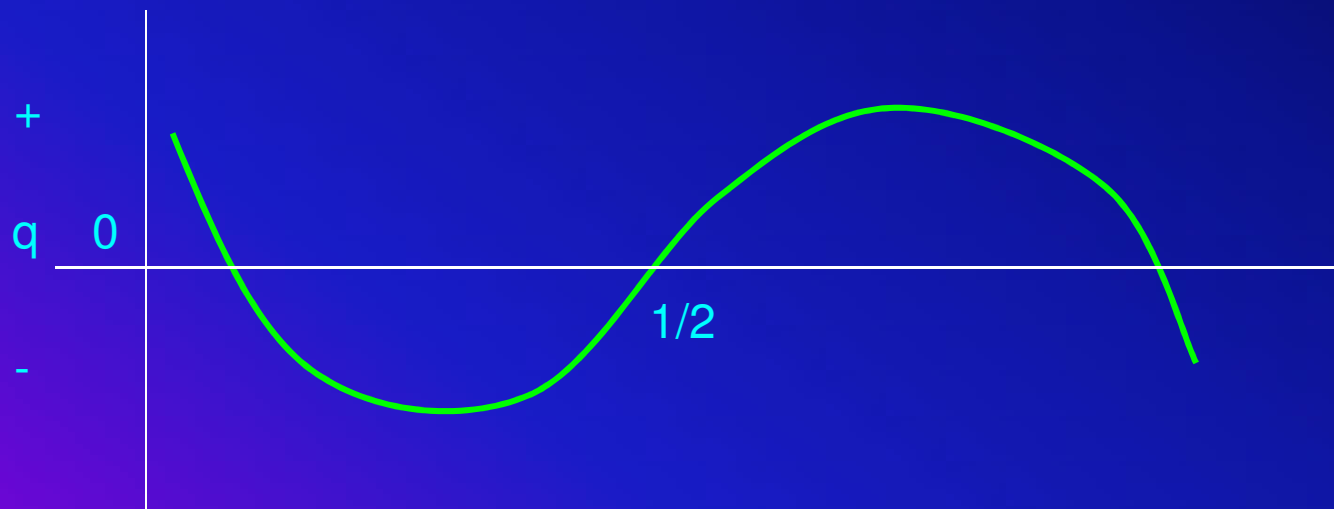
$\Delta q = - (pqs / \bar{w}) \cdot (q-1/2) = \{(0,7)(0,3)(0,2)\} / 0,9118 \times (0,3-0,5) = 0,0092$

Kalau seleksi lengkap, $s=1$, maka

DASAR GENETIK DARI SELEKSI GALUR MURNI

- Apabila populasi dalam keadaan seimbang, maka $\Delta q = 0$, dengan $q = 1/2$. Bergeser sedikit saja nilai q , maka tidak seimbang lagi. Keadaan demikian disebut *unstable equilibrium*.
- Bila harga $q > 1/2 \rightarrow \Delta q$ akan bernilai +
- Bila harga $q < 1/2 \rightarrow \Delta q$ akan bernilai -

- Bila harga $q = 0 \rightarrow$ populasi tanpa individu di frekuensi q
- Bila harga $q = 1 \rightarrow$ populasi hanya individu di frekuensi q
- Bila harga $q = 1/2 \rightarrow$ unstable equilibrium



Kasus III selection favors heterozigot with respect to fitness

	AA	Aa	aa
Frekuensi awal	p^2	$2pq$	q^2
Relative fitness	$1-s_1$	1	$1-s_2$
Frekuensi setelah seleksi	$p^2(1-s_1) / \bar{w}$	$2pq / \bar{w}$	$q^2(1-s_2) / \bar{w}$

$$\begin{aligned} \Delta q &= (pq / \bar{w}) \cdot \{q (w_{22} - w_{12}) + p (w_{12} - w_{11})\} \\ &= (pq / \bar{w}) \cdot \{p s_1 - q s_2\} \end{aligned}$$

apabila seleksinya komplit,

$s_1 = s_2 = 1$ maka

$$\Delta q = (pq / \bar{w}) (p-q)$$

dimana dari tersebut $\bar{w} = 2pq$, sehingga

$$\Delta q = (pq/2pq) (p-q)$$

$$= 1/2 (p - q),$$

dan telah diketahui bahwa $p + q = 1$

atau $p = 1 - q$ maka

$$\Delta q = 1/2 (1-q-q)$$

$$= 1/2 - q$$

- dari generasi ke generasi berikutnya, maka
 - $\Delta q = q_1 - q_0 = 1/2 - q_0$, sehingga $q_1 = 1/2$
 - $\Delta q = q_2 - q_1 = 1/2 - q_1$, sehingga $q_2 = 1/2$, \rightarrow
dst $q_t = 1/2$
- pada kasus III untuk seleksi yang komplit
 \rightarrow frekuensi gen yang resesif akan tetap tidak berubah.

- Dari rumus $\Delta q = \frac{pq}{\bar{w}} \cdot \{p s_1 - q s_2\}$
- Untuk s_1 dan $s_2 \neq 0$, dan $s_1 \neq s_2$, maka seleksinya parsial/sebagian terhadap individu homosigot baik yang dominan atau yang resesif.
- Suatu populasi akan stabil bila $\Delta q = 0$ (tidak ada perbedaan) atau keseimbangan akan tercapai apabila
 - $ps_1 - qs_2 = 0 \rightarrow ps_1 = qs_2$
 - dimana $p+q=1$ atau $p=1-q$
 - $(1-q) s_1 = qs_2$
 - $s_1 - qs_1 = qs_2$
 - sehingga $s_1 = q(s_1+s_2)$

- dengan demikian pada saat keseimbangan tersebut akan terlihat bahwa
 - $q_i = s_1/(s_1+s_2)$ dan $p_i = s_2/(s_1+s_2)$
- Masalah migrasi, mutasi dan seleksi tersebut telah dibicarakan semua, tetapi secara terpisah. Bagaimana apabila ada pengaruh bersama? Karena ada kemungkinan sekali terjadi joint effect.

4. Proses Dispersive Pada Populasi Kecil

- Populasi kecil berasal dari pemecahan populasi besar.
- Misalnya populasi besar berupa suatu varietas dan populasi kecil berupa galu-galur.
- Pada kondisi demikian akan terjadi :
 - a. Penghanyutan frekuensi gen (genetic drift)
 - b. Peningkatan homosigositas dan peluang terjadinya inbreeding semakin besar.

- Inbreeding atau silang dalam merupakan suatu gejala dimana genotip-genotip yang berkerabat dekat mengalami persilangan. Alel yang sama berada dalam 1 lokus.
- Identitas alel yang sama yang terdapat dalam 1 lokus terbagi menjadi :
 - identical by descent → identik karena keturunan dan
 - alike in state → status serupa

Terima kasih