

Population Genetics

- **Predicting inheritance in a population**
- mempelajari tingkah laku gen dalam populasi (perubahan **frekuensi gen**)
- Mekanisme pewarisan sifat pada kelompok ternak (populasi), Pada sifat kuantitatif dan kualitatif
- how often or frequent genes and/or alleles appear in the population

Populasi: Kelompok ternak t.a. bangsa/spesies yang sama, di daerah tertentu dimana antara anggota terjadi saling kawin satu dgn yang lain

Perlu estimasi frekuensi gen (merugikan) bagi generasi mendatang
(Mis. Ekspresi gen-gen yang mengalami *mutasi*, dll)

Basic Principles :

- **Mendelain (Genetics) populations** and the gene pool

Principles are the basis of 2 specialized areas of genetics with major implications for animal improvement i.e. **Population and Quantitative Genetics**

- Inheritance and maintenance of alleles and genes within a population of randomly breeding individuals
- **Study of how often or frequent genes and/or alleles appear in the population**
- **Genotypic frequencies** – how often do certain allelic combinations appear
- **Allelic frequencies** - how often does an individual allele appear

Perbedaan Genetika Individu dan Populasi

INDIVIDU	POPULASI
1. LINGKUNGAN: 1 tempat/1 lingkungan	1. banyak tempat/banyak lingkungan
2. WAKTU: terbatas satu generasi	Masa panjang, generasi ke generasi tumpang tindih.
3. GENOTIP: satu sampel genetik khas. Susunan gen tetap Tak ada variasi/ satu ukuran Tidak terjadi evolusi	<i>Gen pool</i> Gen berubah dari generasi ke generasi

SUMMARY

- **Genetic drift**
- **Mutation**
- **Mating choice**
- **Migration**
- **Natural selection**

All can affect the transmission of genes from generation to generation

Genetic Equilibrium

If none of these factors is operating then the relative proportions of the alleles (the **GENE FREQUENCIES**) will be constant

Population Genetics

- Is simply, the study of Mendelian genetics in populations of animals
- Basic foundation is the Hardy-Weinberg law
- Usually limited to inheritance of qualitative traits influenced by only a small number of genes
- Important to understand why characteristics, desirable or not, can be fixed or continue to exhibit variation in natural populations
- Principles applied to the design of selection strategies to increase the frequencies of desirable genes or elimination of deleterious genes

KONSEP-KONSEP DASAR:

FREK. GEN
Frek Genotip
Frek. fenotip

The study of the change of allele frequencies, genotype frequencies, and phenotype frequencies

Konsep Genetik: bahwa setiap indiv. mempunyai dua lokus .untuk setiap pasang gen

Contoh: Sifat Kualitatif (Warna kulit), dikontrol sepasang Gen R-r
Kemungkinan Genotip: RR, Rr, rr (mis sapi *Short Horn*)
(Fenotip: ?)

Pendekatan: :

Frek. Gen (R) = p; alelnya (r) = q

Frek gen R = p = jumln. Gen R/ jumln. Gen (R + r)

Frek gen r = q = jumln. Gen r/Jumlnh gen (R + r)

SEBAB SEBAB MODIFIKASI GENETIK

Terjadinya modifikasi genetik, perubahan dalam frekuensi gen:

- Adaptasi agar dpt *survive* dlm pop
- Lingkungan berubah
- Terjadi evolusi

Perilaku Gen dalam Populasi: **HK. Hardy Weinberg:**

APAPUN JENIS GENOTIP/FREKUENSI AWAL AKAN
TERCAPAI KESEIMBANGAN DARI SATU GENERASI
KE GERASI BERIKUTNYA

Syarat Hk. H. Weinberg:

1. Tidak ada kekuatan yang mampu merubah frek.gen (mutasi, dll)
2. Pada pop. Berlaku Hk Mendel
3. Populasi besar
4. Terjadi kawin acak

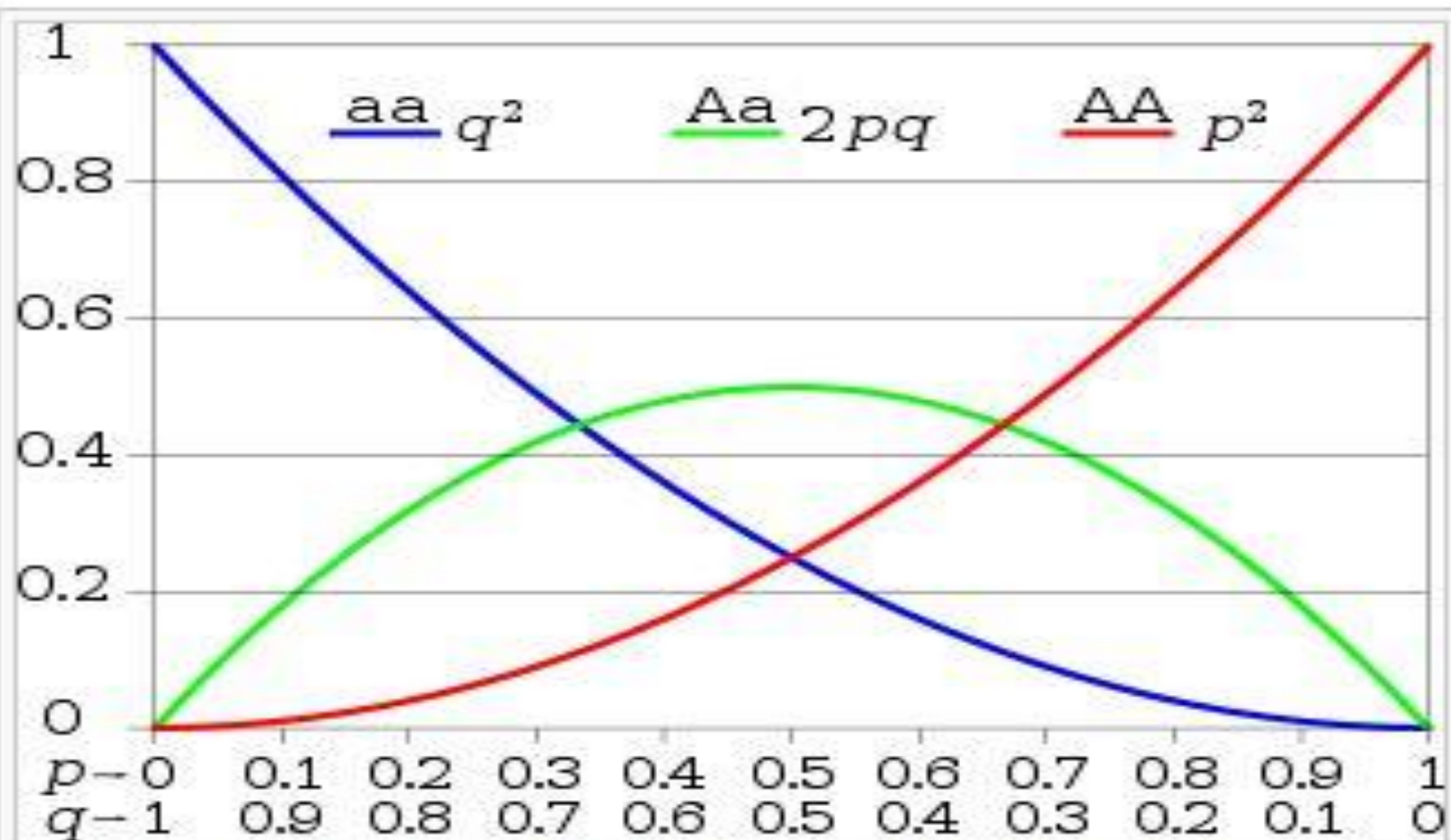
THE HARDY WEINBERG EQUATION

Jadi terjadi keseimbangan, maka frek.gen/alel dll dapat ditentukan dalam populasi

Mis : frek A = p, Frek a = q , maka $p + q = 1$

Jika terjadi perkaw. Acak: Jumlah total: $p^2 (AA) + 2pq (Aa) + q^2(aa)$

Gamet (frek)		A (p)	a (q)
A (p)	Genotip → (frek) →	AA (p^2)	Aa (pq)
a (q)	Genotip → (frek) →	Aa (pq)	Aa (q^2)



Asas Hardy-Weinberg untuk dua alel: sumbu horizontal menunjukkan frekuensi alel p dan q , sedangkan sumbu vertikal menunjukkan frekuensi genotipe. Tiap-tiap kurva menampilkan satu dari tiga genotipe yang memungkinkan.

Only one of the populations below is in genetic equilibrium. Which one?

Population sample	Genotypes			Gene frequencies	
	AA	Aa	aa	A	a
100	20	80	0	0.6	0.4
100	36	48	16	0.6	0.4
100	50	20	30	0.6	0.4
100	60	0	40	0.6	0.4

Contoh Perhitungan Frek . Gen/ (Kodominan):

Fenotip	Merah	Roan	Putih
Genotip	RR	Rr	rr

Jika diketahui dalam populasi sapi *short horn*:

900 (merah);

450 (Roan)



Brp. Frek (RR); Frek (R)) ?

dan 150 (putih

$$F (RR)) = \text{jml. Indv. RR} / \text{Juml tot indv.} = 900/1500 = 0.6 = 60 \%$$

$$F (R) = \text{jml R} / \text{Total geg}$$

$$= (2 \times 900) + (1 \times 450) + (0 \times 150) / 2 (900 + 450 + 150)$$

$$= 0.75$$

Contoh : DOMINANSI PENUH:

Pada pop 100 ekor sapi FH ditemukan 1 sapi berwarna kemerahan
Brp frekuensi FH yang hitam heterosigot?

$$H = p$$

$$M = q \quad ; \text{ maka frek gen } HH + HM + MM = 1$$

$$\text{Atau } p^2 + 2pq + q^2 = 1 \text{ berasal dari } (p + q = 1)$$

$$\text{Diketahui } q^2 = 0.01 \text{ --maka } \rightarrow q = 0.1 \text{ -----} \rightarrow p = 0.9$$

$$\begin{aligned} 2pq &= 2(0.1)(0.9) \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

Jadi frekuensi **hitam heterosigot** adalah:

$$0.18 / 0.99 = + 0.18 \Rightarrow 18 \%$$

LATIHAN/ DISKUSI/HOMEWORK:

Fenotip	Genotip	j.indv.	j.gen R	J. Gen r
Merah	RR	80	???-	
Roan	Rr	???-	50	50
Putih	rr	20		???-
Total		???-	210	90

$$F(R) = 210/300 =$$

$$F(r) = 90 / 300 =$$

EXAMPLE ALBINISM IN THE INDO. BUFFALO POPULATION

Frequency of the albino phenotype = **1 in 20 000 or 0.00005**

A = Normal skin pigmentation allele Frequency = **p**

a = Albino (no pigment) allele Frequency = **q**

Normal allele = **A** = **p** = ?

Albino allele = **q** =
 $\sqrt{(0.00005)} = \mathbf{0.007}$ or **7%**

Phenotypes	Genotypes	Hardy Weinberg frequencies	Observed frequencies
Normal	AA	p^2	0.99995
Normal	Aa	$2pq$	
Albino	aa	q^2	0.00005

HOW MANY buffalo IN Indonesia/Toraja ARE CARRIERS FOR THE ALBINO ALLELE (Aa)?

$$\text{a allele} = 0.007 = q$$

$$\text{A allele} = p$$

$$\text{But } p + q = 1$$

$$\begin{aligned}\text{Therefore } p &= 1 - q \\ &= 1 - 0.007 \\ &= \mathbf{0.993 \text{ or } 99.3\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{The frequency of heterozygotes (Aa)} &= 2pq \\ &= 2 \times 0.993 \times 0.007 \\ &= \mathbf{0.014 \text{ or } 1.4\%}\end{aligned}$$

What about multiple alleles?

Genotype	Number		Number of A ¹
• A ¹ A ¹	4	←	2 X 4
• A ¹ A ²	41	←	41
• A ² A ²	84		
• A ¹ A ³	25	←	25
• A ² A ³	88		
• <u>A³A³</u>	<u>32</u>		
• Total	274		
• $f(A^1) = ((2 \times 4) + 41 + 25) \div (2 \times 274)$			
• $= (8 + 41 + 25) \div 548$			
• $= 74 \div 548$			
• $= 0.135$			

Factors causing genotype frequency changes

- **Selection** = variation in fitness; heritable
- **Mutation** = change in DNA of genes
- **Migration** = movement of genes across populations
- **Recombination** = exchange of gene segments
- **Non-random Mating** = mating between neighbors rather than by chance
- **Random Genetic Drift** = if populations are small enough, by chance, sampling will result in a different allele frequency from one generation to the next.

FAKTOR-FAKTOR YG MAMPU MERUBAH KESEIMB. FREK GEN

1. MUTASI: Gen mpj sifat “dpt bermutasi”, Gen R _____ > r
(frekuensi Gen r meningkat dlm pop). ←

Gen-gen terdapat dalam berbagai bentuk sbg alel yang berlainan
forward mutation (maju) mengurangi gen tipe liar
back mutation (surut)

Akibat : menimbulkan *polymorfisma* :
(banyak alel dari gen yg sama)

.2. SELEKSI: Kekuatan besar pengaruhnya terhadap frek alel
seleksi buatan
seleksi alamiah

3. **iNBREEDING**: Perkawinan Keluarga dan tidak acak , ekspresi gen resesif meningkat

- Penurunan variabilitas genetik
- Peningkatan homosigotik

Manfaat : bagi para breeder

Hewan yang mempj persamaan ciri dikawinkan (*inbreeding*) dihasilkan suatu strain/purebreed yang homogen

Prinsip dasar: mempertahankan gen-gen tertentu pd frekuensi tinggi, sementara gen-gen lain dapat dihilangkan
(mengekalkan/mempertahankan sifat yang diinginkan)

Aa X Aa

AA

Aa

Aa

aa

Homosigot

$2/4 = 50\%$

Homosigot

resesif: $1/4$

$= 25\%$

AA X AA Aa X Aa aa X aa

AA,AA AA,Aa,Aa,aa aa, aa

Homosigot : $6/8 = 75\%$

Homosigot resesif: $3/8 = 37.5\%$

4. REPROD. SEXUAL dan rekombinasi gen:

variabilitas meningkat dg perkw. Acak (pilihan acak dr gen 2 parent, cenderung memprod. Keturunan lebih bervariasi scr genetik), karena:

- Adanya pilihan acak sel benih (meiosis)**
- Fenomena rekombinasi gen dalam kromosom**

Adanya berbagai alel dalam pop menentukan variabilitas populasi

5. MIGRASI: perpindahan gen(ke dalam/keluar pop)

Mis . Adanya import ternak sapi perah
(frekuensi fenotip/genotip sapi perah meningkat
dalam pop)

Migrasi penduduk (becana alam/perang) merubah frek gen
dari populasi yang asli/yang didatangi.

6. ARUS GENETIK: *random genetic drift*

Perubahan scr acak frek.gen dari

$Aa \times Aa$
↓
generasi ke generasi oleh teori PELUANG,
mis $Aa \rightarrow$ peluang teoritis sama mewaris
pada keturunan , tetapi mungkin $A > a$,
sehingga pop kearah frek ttt.

Makin kecil populasi maka makin besar dampak arus genetik