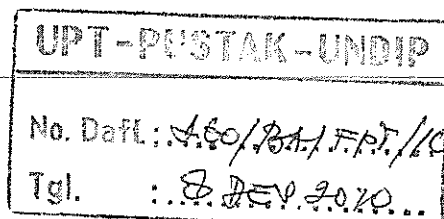


BUKU AJAR

MATA KULIAH : ILMU PEMULIAAN TERNAK
SKS : 3 (2-1)
SEMESTER : III
PROGRAM STUDI : PETERNAKAN

Disusun oleh
Dr. Ir. Edy Kurnianto, MS. MAgr.



LEMBAGA PENGEMBANGAN DAN PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010

ILMU PEMULIAAN TERNAK

Oleh :
Dr. Ir. Edy Kurnianto, MS., MAgr.

Edisi Pertama
Cetakan Pertama 2010



Diterbitkan oleh
Badan Penerbit Universitas Diponegoro
ISBN 978-979-097-028-1

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah swt, penyusunan Buku Ajar ini dapat penulis selesaikan sesuai dengan rencana dan harapan. Materi yang penulis susun dalam Buku Ajar ini merupakan materi mata kuliah wajib Ilmu Pemuliaan Ternak yang diberikan kepada mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Untuk memudahkan pemahaman terhadap buku ajar ini, mahasiswa diharapkan telah memahami mata kuliah Genetika, Statistika dan Reproduksi Ternak.

Besar harapan penulis, buku ajar ini benar-benar bermanfaat bagi mahasiswa dan siapapun yang menaruh minat terhadap peningkatan mutu genetik ternak.

Semarang, September 2010

Edy Kurnianto

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
TINJAUAN MATA KULIAH	1
BAB I. SUB POKOK BAHASAN: PENDAHULUAN	4
I.1. Pendahuluan	4
I.2. Penyajian	5
I.3. Penutup	6
I.4. Daftar Pustaka	7
Bab II. SUB POKOK BAHASAN: SIFAT KUANTITATIF	8
II.1. Pendahuluan	8
II.2. Penyajian	9
II.3. Penutup	17
II.4. Daftar Pustaka	19
Bab III. SUB POKOK BAHASAN: PARAMETER GENETIK	21
III.1. Pendahuluan	21
III.2. Penyajian	23
III.3. Penutup	53
III.4. Daftar Pustaka	55
Bab IV. SUB POKOK BAHASAN: PENDUGAAN NILAI PEMULIAAN	58
IV.1. Pendahuluan	58
IV.2. Penyajian	59
IV.3. Penutup	63
IV.4. Daftar Pustaka	65
Bab V. SUB POKOK BAHASAN: SISTEM PERKAWINAN	67
V.1. Pendahuluan	67
V.2. Penyajian	68
V.3. Penutup	72
V.4. Daftar Pustaka	75

BAB VI	SUB POKOK BAHASAN: SELEKSI	76
VI.1.	Pendahuluan	76
VI.2.	Penyajian	77
VI.3.	Penutup	92
VI.4.	Daftar Pustaka	93
BAB VII	SUB POKOK BAHASAN: PROGRAM SELEKSI TERNAK RUMINANSIA BESAR	95
VII.1.	Pendahuluan	95
VII.2.	Penyajian	96
VII.3.	Penutup	110
VII.4.	Daftar Pustaka	111

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1.	Rata-rata bobot sapih anak kambing (cempe) pada umur sapih pada generasi 1 sampai dengan 5	10
Tabel 2.2.	Jumlah telur fertil, telur yang menetas dan daya tetas	11
Tabel 3.1.	Analisis ragam perhitungan nilai heritabilitas	24
Tabel 3.2.	Data jumlah pejantan dan jumlah anak	25
Tabel 3.3.	Analisis ragam hasil perhitungan data dari Contoh 3.1	26
Tabel 3.4.	Analisis ragam perhitungan nilai heritabilitas dengan metode rancangan tersarang	27
Tabel 3.5.	Data pejantan, induk dan bobot telur	29
Tabel 3.6.	Analisis ragam hasil perhitungan data dari Contoh 3.2	30
Tabel 3.7.	Data Pejantan, Induk dan Anak	32
Tabel 3.8.	Data bobot badan pejantan dan anak ...	34
Tabel 3.9.	Analisis peragam perhitungan korelasi genetik	37
Tabel 3.10.	Analisis peragam pada <i>single pair mating</i>	38
Tabel 3.11.	Analisis peragam rancangan tersarang	40
Tabel 3.12.	Data bobot lahir dan bobot sapih pada pola rancangan tersarang	42
Tabel 3.13.	Data laktasi I dan II untuk pendugaan nilai riptabilitas dengan metode korelasi antar kelas	48
Tabel 3.14.	Analisis ragam perhitungan riptabilitas dengan metode korelasi dalam kelas	49
Tabel 3.15.	Data laktasi I, II dan III untuk pendugaan nilai riptabilitas dengan metode korelasi dalam kelas	51
Tabel 6.1.	Intensitas seleksi untuk proporsi seleksi tertentu dari suatu populasi ternak	81

Tabel 6.2.	Struktur umur, jumlah induk, fertilitas dan jumlah anak yang dilahirkan	84
------------	---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.	Kurva normal dengan keragaman yang berbeda 12
Gambar 2.2.	Tipe-tipe interaksi genetik x lingkungan 16
Gambar 2.3.	Ilustrasi secara teoritis interaksi antara genetik dengan lingkungan. Contoh tidak ada interaksi: genotipe A dengan B; Ada interaksi: genotipe C dengan A ataupun B 16
Gambar 6.1.	Empat sumber informasi untuk mengestimasi nilai pemuliaan..... 78
Gambar 6.2	Gambaran diferensial seleksi dan respon seleksi 80
Gambar 6.3.	Hubungan antara proporsi seleksi dengan intensitas seleksi 83

TINJAUAN MATA KULIAH

1. Deskripsi Singkat.

Mata kuliah ini diberikan kepada mahasiswa tentang pentingnya hubungan pemuliaan ternak dengan produktivitas ternak, hubungan pemuliaan ternak dengan genetika dan statistika, sifat-sifat pada ternak yang bernilai ekonomi tinggi, parameter genetik pada sifat kuantitatif, sistem perkawinan dalam upaya meningkatkan mutu genetik ternak, kriteria seleksi dan pelaksanaan seleksi pada berbagai komoditas ternak.

2. Relevansi

Pada usaha peternakan, ada tiga hal penting yang mempunyai peranan sama besar, yaitu *breeding* (pemuliaan), *feeding* (pakan) dan *management* (pengelolaan). Pemuliaan ternak menjadi dasar peningkatan mutu genetik melalui sistem seleksi dan sistem persilangan, yang pada akhirnya bertujuan untuk memperoleh produktivitas ternak yang tinggi. Atas dasar alasan tersebut mata kuliah Ilmu Pemuliaan Ternak (IPT) menjadi mata kuliah wajib bagi mahasiswa. Mata kuliah IPT sangat penting agar lulusan Fakultas Peternakan UNDIP mempunyai kompetensi tinggi yang dapat menerapkan prinsip-prinsip pemuliaan ternak.

3. Standar Kompetensi

Setelah mengikuti dan menyelesaikan mata kuliah IPT, mahasiswa mampu:

1. Menentukan sifat-sifat pada ternak yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.
2. Menjelaskan sistem seleksi untuk memperoleh ternak yang “dianggap” baik untuk dipertahankan dan ternak yang “dianggap” tidak baik untuk dikeluarkan dari peternakan.
3. Menjelaskan sistem persilangan pada ternak dan mampu mengevaluasi sistem persilangan yang terbaik pada komoditas tertentu, untuk sifat tertentu dan wilayah tertentu.

4. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu:

1. Menyusun rekapitulasi data kuantitatif dan kualitatif.
2. Menghitung data-data kuantitatif, seperti nilai tengah, ragam, simpangan baku, koefisien keragaman, regresi dan korelasi.
3. Menjelaskan faktor genetik (G), lingkungan (E) dan interaksi antara G dengan E yang mempengaruhi penampilan fenotipik ternak.
4. Menghitung pendugaan parameter genetik (heritabilitas, korelasi genetik dan stabilitas).
5. Menghitung nilai pemuliaan ternak sebagai dasar pelaksanaan seleksi.
6. Menyusun skema persilangan antar bangsa ternak.
7. Menjelaskan pelaksanaan seleksi pada beberapa komoditas ternak.

5. Indikator

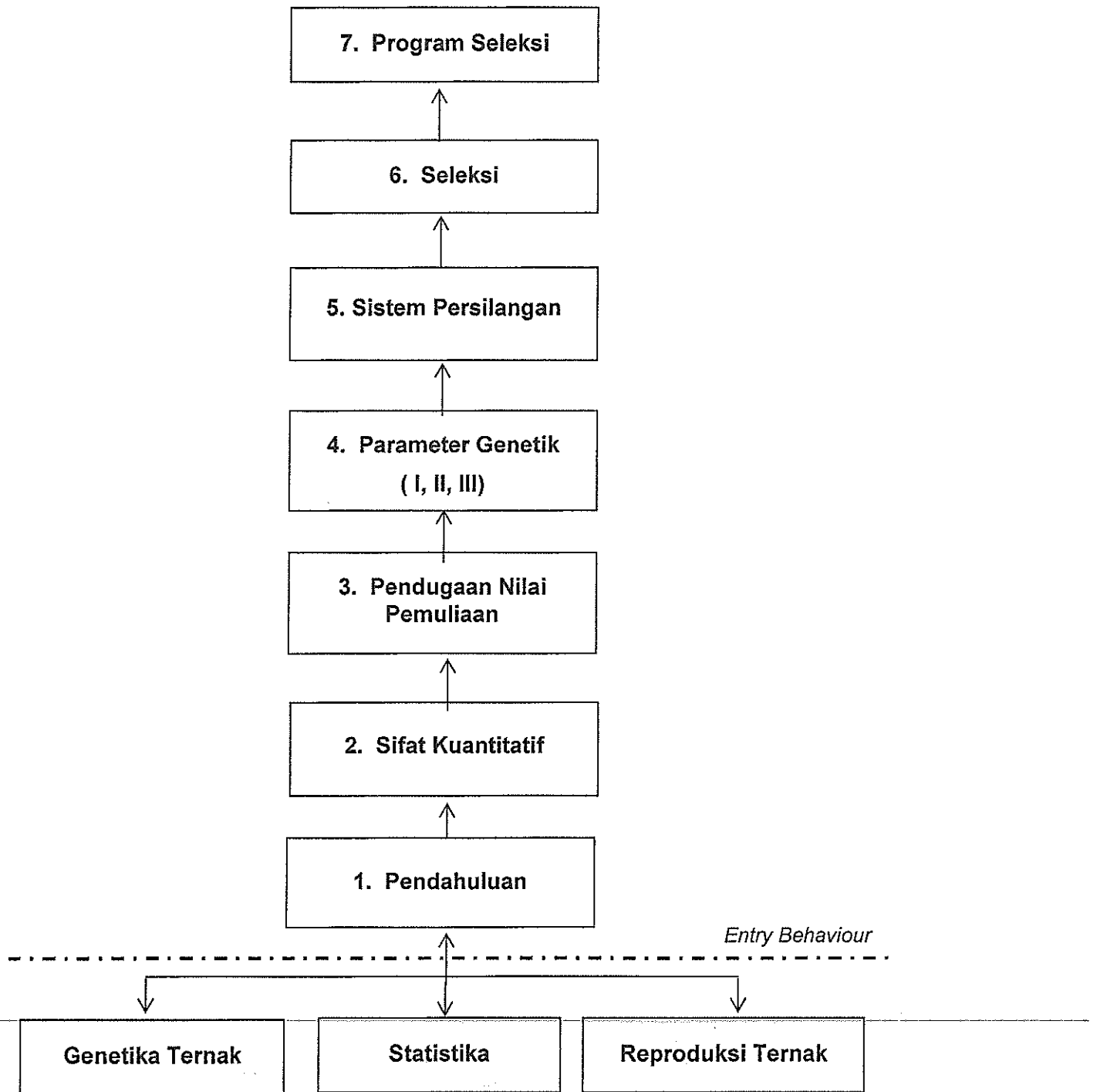
Mahasiswa mampu:

1. Menganalisis ciri-ciri populasi untuk variabel tunggal.
2. Menganalisis hubungan antara dua variabel.
3. Menginterpretasikan ragam fenotipik yang disebabkan oleh keragaman genetik aditif.
4. Menentukan individu ternak yang bermutu genetik tinggi untuk masing-masing komoditas ternak.

5. Memberikan rekomendasi model persilangan terbaik untuk bangsa ternak tertentu.

6. Susunan Bahan Ajar

Susunan atau alur bahan ajar disajikan pada skema dibawah ini.



7. Petunjuk bagi Mahasiswa dalam mempelajari Bahan Ajar

1. Mahasiswa mempelajari deskripsi singkat mata kuliah ini terlebih dahulu untuk memahami mata kuliah per sub pokok bahasan.
2. Mahasiswa berdiskusi tentang sub pokok bahasan.
3. Mahasiswa menjawab soal-soal latihan.

BAB I. SUB POKOK BAHASAN: PENDAHULUAN

I. 1. Pendahuluan

I.1.1. Deskripsi Singkat

Setiap individu mempunyai kemampuan genetik sendiri-sendiri untuk sifat-sifat (*traits* atau *characters*) yang dimilikinya, kecuali kembar identik. Dari sejumlah individu pada populasi terdapat keragaman atas setiap sifat yang ada. Keragaman sifat ini merupakan dasar utama analisis pemuliaan ternak. Aplikasinya, keragaman menjadi dasar pelaksanaan seleksi jika ternyata keragaman sifat relatif besar. Sebaliknya, keragaman menjadi dasar pelaksanaan persilangan jika keragaman sifat relatif kecil. Pemahaman tentang bagaimana meningkatkan mutu genetik ternak harus secara komprehensif yakni melibatkan ilmu-ilmu lain yang terkait dengan analisis pemuliaan ternak.

I.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan tentang Ilmu Pemuliaan Ternak dan kedudukannya dalam upaya meningkatkan mutu genetik ternak dalam rangka meningkatkan produktivitas ternak. Ilmu Pemuliaan Ternak bukan ilmu yang berdiri sendiri tetapi terkait dengan ilmu-ilmu lain seperti Genetika, Statistik dan Ilmu Reproduksi Ternak.

I.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat memahami dan mampu menjelaskan tentang Ilmu Pemuliaan Ternak, sekaligus hubungannya dengan ilmu-ilmu lain. Bagian Genetika yang berkaitan erat dengan Ilmu Pemuliaan Ternak adalah aksi gen dan frekuensi gen pada suatu populasi tertentu. Hubungan antar variabel atau parameter yang telah dipelajari pada Statistikk menjadi faktor yang mempermudah pemahaman analisis ragam sifat dan peragam antar sifat pada populasi.

I.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan Ilmu Pemuliaan Ternak dengan ilmu lain.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan kaitan bagian Genetika dengan Ilmu Pemuliaan Ternak.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan bagian ilmu Statistik dengan Ilmu Pemuliaan Ternak
4. Mahasiswa mampu menjelaskan kaitan Ilmu Reproduksi dengan Ilmu Pemuliaan Ternak

I.2. Penyajian

I.2.1. Uraian

Ilmu Pemuliaan Ternak mempunyai kedudukan yang cukup unik, karena ilmu ini tidak berdiri sendiri, tetapi berhubungan dengan beberapa ilmu lain. Untuk memahami ilmu ini, mahasiswa harus mempunyai pemahaman yang baik dengan ilmu Genetika, Statistika dan Reproduksi Ternak. Bagian ilmu Genetika yang harus dikuasai adalah pembelahan sel, pembentukan gamet, Hukum Mendel dan penyimpangannya, kromosom dan gen, aksi atau ekspresi gen serta frekuensi gen dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Bagian ilmu Statistika yang harus dikuasai adalah analisis data untuk memperoleh nilai rata-rata, ragam dan simpangan baku, serta analisis hubungan antar variabel (regresi dan korelasi). Sementara itu bagian ilmu Reproduksi Ternak yang harus dikuasai adalah siklus seproduksi, kualitas semen, koefisien efisiensi reproduksi, fertilitas dan sterilitas, serta teknologi bioreproduksi (Inseminasi Buatan, transfer embrio)

I.2.2. Latihan

1. Bagaimana kedudukan ilmu Pemuliaan Ternak untuk meningkatkan mutu genetik ternak?
2. Ilmu apa saja yang sangat erat hubungannya dengan Ilmu Pemuliaan Ternak?

I.3. Penutup

I.3.1. Rangkuman

Untuk memahami analisis sifat dan keragaman sifat pada populasi, Ilmu Pemuliaan tidak berdiri sendiri, melainkan melibatkan ilmu0ilmu lain.

I.3.2. Test Formatif

1. Apa bagian ilmu Genetika yang sangat erat hubungannya dengan analisis keragaman sifat?
2. Apa bagian ilmu Statistika yang sangat erat hubungannya dengan Ilmu Pemuliaan Ternak?
3. Apa bagian ilmu Reproduksi Ternak yang sangat erat hubungannya dengan Ilmu Pemuliaan Ternak?

I.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mempelajari setiap pertanyaan dan mengerjakannya paling lama 10 menit per pertanyaan. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban test formatif. Kemudian evaluasi, seberapa benar jawaban anda.

$$\text{Derajat pemahaman} = (\text{jumlah jawaban betul} / \text{jumlah soal}) \times 100\%$$

Katagori derajat pemahaman adalah:

100%	:	baik
66,7%	:	sedang
33,3%	:	kurang
0%	:	buruk

I.3.4. Tindak Lanjut

Jabawan atas pertanyaan harus sempurna, jika tidak sempurna maka jawaban dianggap salah. Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 66,7\%$, anda

dikatakan baik dalam memahami sub pokok bahasan ini. Jika anda mempunyai derajat pemahaman 66,7%, maka anda dikatakan belum memahami sub pokok bahasan ini sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang kedudukan Ilmu Pemuliaan Ternak dan hubungannya dengan ilmu-ilmu lain agar anda dapat memperoleh derajat pemahaman yang lebih tinggi.

I.3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Bagian ilmu Genetika yang erat hubungannya dengan analisis keragaman sifat adalah Hukum Mendel I, Hukum Mendel II, ekspresi gen dan frekuensi gen.
2. Bagian ilmu statistik yang erat hubungannya dengan Ilmu Pemuliaan Ternak adalah analisis rata-rata, ragam, simpangan baku, hubungan antar variabel.
3. Bagian Ilmu Reproduksi Ternak yang sangat erat hubungannya dengan Ilmu Pemuliaan Ternak adalah sel kelamin jantan dan betina, fertilitas dan sterilitas, dan IB.

I.4. Daftar Pustaka

- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Fourth Ed. Longman
- Harris, D.L., T.S. Stewart and C.R. Arboleda. 1984. Animal Breeding Program: A Systematic Approach to Their Design. AAT-NC-8. ARS, USDA, Peoris, IL.
-
- Harris, D.L. and S. Newman, 1994. Breeding profil: synergism between genetic improvement and livestock production (a review). J. Anim. Sci. 72:2178-2200.
- Lasley, J.F. 1978. Genetics of Livestock Improvement. Third Edition. Prentice-Hall of India, Private Limited, New Delhi-110001.
- Olesen, I., A.F. Groen and B. Gjerde. 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production system. J. Anim. Sci. 78:570-582.

BAB II. SUB POKOK BAHASAN: SIFAT KUANTITATIF

II. 1. Pendahuluan

II.1.1. Deskripsi Singkat

Pada ternak terdapat dua sifat, yaitu sifat kuantitatif dan kualitatif. Sifat kuantitatif mempunyai nilai ekonomis tinggi, sehingga sifat ini lebih penting diperhatikan pada program pemuliaan ternak dibandingkan sifat kualitatif. Ciri-ciri sifat kuantitatif adalah: 1) Sifat kuantitatif adalah sifat yang dapat diukur atau ditimbang, 2) Fenotipe sifat kuantitatif dipengaruhi oleh banyak pasang gen, 3) Penampilan sifat kuantitatif dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pada suatu populasi, penampilan sifat kuantitatif individu-individu tidak ada yang sama. Sebenarnya masing-masing individu mempunyai kapasitas sendiri sejak zigot terbentuk (*genetic direct effect*) untuk mengekspresikan fenotipe sifat kuantitatifnya. Ketidaksamaan ini menimbulkan keragaman penampilan, dan keadaan keragaman inilah yang menarik untuk digunakan sebagai penggambaran sifat kuantitatif. Beberapa metode statistika dipakai untuk menerangkan sifat-sifat kuantitatif pada suatu populasi, diawali dengan perhitungan data untuk sifat tersebut.

II.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan tentang keragaman sifat kuantitatif dalam populasi tertentu. Tingkat keragaman pada sifat kuantitatif berpengaruh terhadap tingkat kesulitan ataupun kemudahan dalam pelaksanaan seleksi ternak. Seleksi merupakan salah satu cara upaya meningkatkan mutu genetik ternak.

II.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat menjelaskan ciri-ciri sifat kuantitatif, menghitung dan menjelaskan kembali gambaran keragaman sifat kuantitatif suatu sifat, menghitung dan menginterpretasikan hasil hubungan antara dua variabel.

II.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menjelaskan tentang sifat kuantitatif pada ternak.
2. Mahasiswa mampu menulis rumus, menghitung rata-rata, ragam, simpangan baku dan koefisien keragaman, serta menginterpretasikan hasil perhitungan.
3. Mahasiswa mampu menuliskan rumus regresi dan korelasi, menghitung hubungan dua variabel dan menginterpretasikan hasil perhitungan.
4. Mahasiswa mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi keragaman fenotipik, genotipik dan lingkungan.

II.2. Penyajian

II.2.1. Uraian

A. Ciri Sifat Kuantitatif

Sifat kuantitatif dapat dicirikan sebagai berikut:

1. Sifat kuantitatif adalah sifat yang dapat diukur/ditimbang.

Contohnya adalah produksi susu, bobot badan, bobot telur. Produksi susu dapat diukur setelah pemerahan, misal 5 liter pada induk A, 6 liter pada induk B dan sebagainya. Bobot lahir pedet atau cembe dapat diketahui setelah ditimbang pada saat lahir. Produksi telur per induk per periode produksi dapat diketahui setelah dihitung jumlahnya. Dari sejumlah telur dapat dihitung rata-ratanya.

2. Fenotipe sifat kuantitatif dipengaruhi oleh banyak pasang gen.

Tinggi-rendahnya produksi pada suatu sifat kuantitatif tergantung pada banyak-sedikitnya gen-gen yang mengekspresikan sifat tersebut. Penentuan genotipe yang berperan terhadap penampilan kuantitatif secara akurat relatif lebih sulit.

3. Fenotipe sifat kuantitatif dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Faktor lingkungan meliputi pakan, iklim, temperatur harian, penyakit dan lainnya. Bila semua faktor lingkungan baik, maka kemampuan produksi dapat diekspresikan secara optimal, demikian juga sebaliknya. Dapat digambarkan secara jelas pada penampilan produksi susu sapi perah,

dimana pada saat temperatur tinggi ataupun pada situasi kebutuhan pakan tidak tercukupi maka produksi susu akan menurun/rendah.

B. Rumus Penggambaran Sifat Kuantitatif

Beberapa metode statistika dipakai untuk menerangkan sifat-sifat kuantitatif pada suatu populasi, diawali dengan perhitungan data sifat tersebut.

a. Rata-rata

a.1. a. Arithmetic Mean, \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

\bar{x} merupakan rata-rata contoh (*sample mean*), bukan rata-rata populasi (*population mean*).

a.2. Weighted Arithmetic Mean, \bar{x}_w

b.1. Data Pengukuran Langsung

$$\bar{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

Contoh 2-1.

Data yang dianalisis untuk diketahui rata-rata terbobot disajikan pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1. Rata-rata bobot sapih anak kambing (cempé) pada umur sapih pada generasi 1 sampai dengan 5

Generasi ke-	Ukuran contoh (n_i)	Rata-rata (g)	
		Jantan	Betina
1	77	9,6	8,0
2	70	9,8	8,3
3	58	8,9	8,6
4	62	10,1	8,8
5	64	10,4	8,8

Rata-rata tertimbang bobot badan jantan:

$$\begin{aligned}\bar{X}_w &= \frac{\sum_{i=1}^n n_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \\ &= \frac{(77 \times 9,6) + (70 \times 9,8) + (58 \times 8,9) + (62 \times 10,1) + (64 \times 10,4)}{77 + 70 + 58 + 62 + 64} \\ &= 9,77 \text{ g}\end{aligned}$$

b.2. Data proporsi

$$\bar{X}_{wp} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

Contoh 2.2.

Data proporsi yang dianalisis untuk diketahui rata-ratanya disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jumlah telur fertil, telur yang menetas dan daya tetas

Generasi ke-	Jumlah Telur Fertil	Telur yang Menetas	Daya Tetas (%)
1	420	398	0,9476
2	390	377	0,9667
3	410	402	0,9805
4	490	476	0,9714

$$\bar{X}_{wp} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{\sum_{i=1}^n n_i} = \frac{398 + 377 + 402 + 476}{420 + 390 + 410 + 490} = 0,97$$

Jadi, rata-rata daya tetas telur dari 4 generasi = 97%

b. Ragam (σ^2)

Untuk populasi dan contoh, ragam dapat ditulis sebagai:

- Ragam Populasi : $S^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}$

N = jumlah individu dalam populasi

μ = tidak diketahui, namun dapat diduga dari contoh

- Ragam Contoh : $\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \mu)^2}{N - 1}$

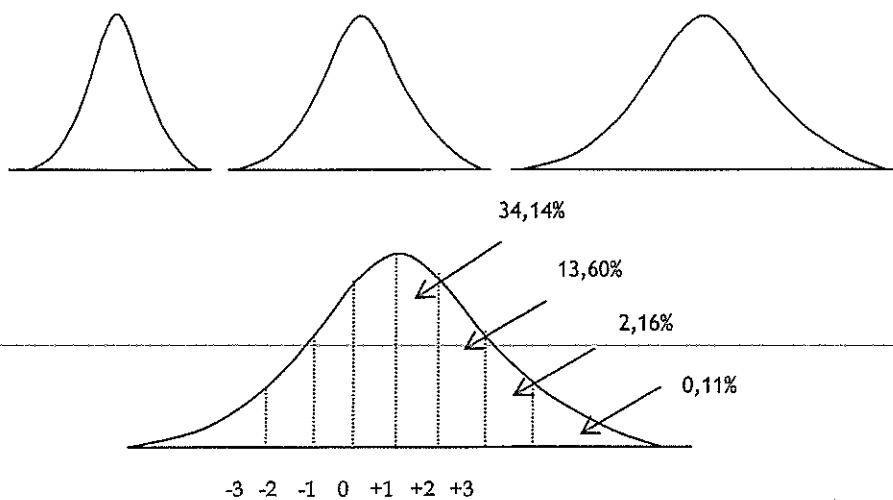
$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{\sum X^2}{n - 1} = \frac{\sum X_i^2 - [(\sum X_i)^2 / n]}{n - 1}$$

c. Simpangan Baku (σ)

Simpangan baku merupakan akar kuadrat dari ragam.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2 - [(\sum X)^2 / n]}{n - 1}}$$

Interpretasi tentang simpangan baku dapat digambarkan melalui kurva distribusi normal (Gambar 2-1).



Gambar 2-1. Kurva normal dengan keragaman yang berbeda

Kurva distribusi normal mempunyai signifikansi sebagai berikut:

- 1) $\mu \pm 1\sigma$ mencakup 68,26% dari total sampel (anggota populasi).
Pada masing-masing sisi $\mu - 1\sigma = 34,13\%$ dan $\mu + 1\sigma = 34,13\%$

- 2) $\mu \pm 2\sigma$ mencakup 95,46% dari total sampel
- 3) $\mu \pm 3\sigma$ mencakup 99,73% dari total sampel

d. Koefisien Keragaman, KK

$$KK = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\%$$

Kategori keragaman:

- | | |
|----------|--------------------|
| <5% | : keragaman kecil |
| 6% – 14% | : keragaman sedang |
| ≥ 15% | : keragaman besar |

e. Peragam (s_{xy})

Pada suatu penelitian tertentu, seringkali dilakukan pengamatan terhadap dua atau lebih parameter kuantitatif. Untuk mengetahui bentuk hubungan dan keeratan hubungan antara 2 parameter atau variabel, maka salah satu perhitungan yang harus dilakukan adalah peragam. Rumus peragam:

$$s_{xy} = \frac{\sum xy}{n-1} = \frac{\sum XY - [(\sum X)(\sum Y)]/n}{n-1}$$

f. Regresi

Bentuk hubungan antar dua variabel dinyatakan dengan koefisien regresi.

Regresi variabel bebas x terhadap variabel tidak bebas y diberi simbol b_{yx} .

$$b_{yx} = \frac{s_{xy}}{s_x^2} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x^2} = \frac{\text{COV}_{xy}}{\text{var}_x}$$

$$= \frac{\{\sum XY - [(\sum X)(\sum Y)]/n\} / (n-1)}{\{\sum X^2 - [(\sum X)^2 / n]\} / (n-1)}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Persamaan regresi menjadi $y = a + bx$

g. Korelasi

Derajat hubungan antar dua variabel dinyatakan dengan koefisien korelasi. Korelasi antara x dengan y diberi simbol r_{xy} .

$$r_{xy} = \frac{\text{COV}_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2}} = \frac{\{[\sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n]\}}{\sqrt{[\sum X^2 - \{(\sum X)^2/n\}][\sum Y^2 - \{(\sum Y)^2/n\}]}}$$

Untuk meninterpretasikan seberapa besar pengaruh atau hubungan variabel 1 dengan variabel 2, maka nilai koefisien korelasi harus dikuadratkan terlebih dulu, kemudian dikalikan dengan 100%.

C. Keragaman Fenotipik

Keragaman fenotipik menunjukkan perbedaan-perbedaan yang terukur antara individu yang satu dengan individu lain dalam suatu populasi untuk sifat tertentu. Keragaman fenotipik sifat menjadi materi dasar yang harus diperhatikan oleh pemulia karena tanpa keragaman sifat maka sifat tersebut tidak dapat diseleksi.

Faktor-faktor yang menyebabkan keragaman fenotipik adalah faktor genetik, lingkungan dan interaksi antara keduanya. Karena pemahaman sifat kuantitatif selalu berhadapan dengan populasi, maka keragaman fenotipik selalu digambarkan dengan rumus:

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 + \sigma_{GE}^2$$

Keterangan:

σ_P^2 = keragaman fenotipik,

σ_G^2 = keragaman genotipik,

σ_{GE}^2 = keragaman akibat adanya interaksi antara faktor genetik dengan faktor lingkungan.

a. Genetik

Faktor genetik dapat dilihat dari kapasitas genetik yang sudah tetap (*fix*) sejak terbentuknya individu baru sebagai hasil dari proses fertilisasi. Kapasitas

genetik inilah yang disebut sebagai *direct genetic*. Individu ternak sebagaimana juga tetuanya mempunyai ribuan gen, yang jumlah pastinya tidak diketahui. Mungkin hanya ada dua individu ternak yang mempunyai kesamaan, yaitu kembar identik. Ternak-ternak *inbred* (hasil dari proses perkawinan berkerabat atau silang dalam) mempunyai tingkat kesamaan yang tinggi secara genetik dibandingkan dengan yang *non-inbred*. Secara teoritis, ternak yang mempunyai koefisien silang dalam 0,5 mempunyai tingkat kesamaan secara genetik sebanyak 50%.

b. Lingkungan

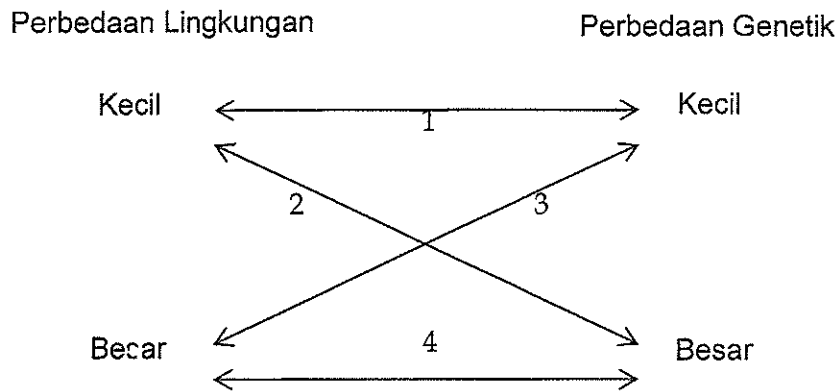
Keragaman fenotipik suatu sifat juga dipengaruhi oleh lingkungan. Faktor lingkungan meliputi musim, temperatur harian, kuantitas dan kualitas pakan, penyakit, model pengelolaan ternak, penyakit dan lain-lain. Pemahaman terhadap faktor lingkungan sangat penting dalam pemuliaan ternak, karena 1) faktor lingkungan tidak diwariskan dari tetua kepada anak-anaknya, 2) lingkungan yang baik dan tepat diperlukan individu untuk mencapai potensi genetik yang dimilikinya.

c. Interaksi antara Genetik dengan Lingkungan

Interaksi antara genetik dengan lingkungan didefinisikan sebagai respon perbedaan suatu genotipe terhadap lingkungan yang berbeda. Beberapa metode telah digunakan untuk menggambarkan interaksi antara genetik dan lingkungan, yaitu:

1. Peringkat genotipe pada setiap lingkungan.
2. Perbedaan respon setiap genotipe pada dua lingkungan.
3. Regresi ukuran suatu sifat terhadap tingkat lingkungan untuk setiap genotipe.
4. Perbandingan ortogonal subklas.
5. Analisis ragam.

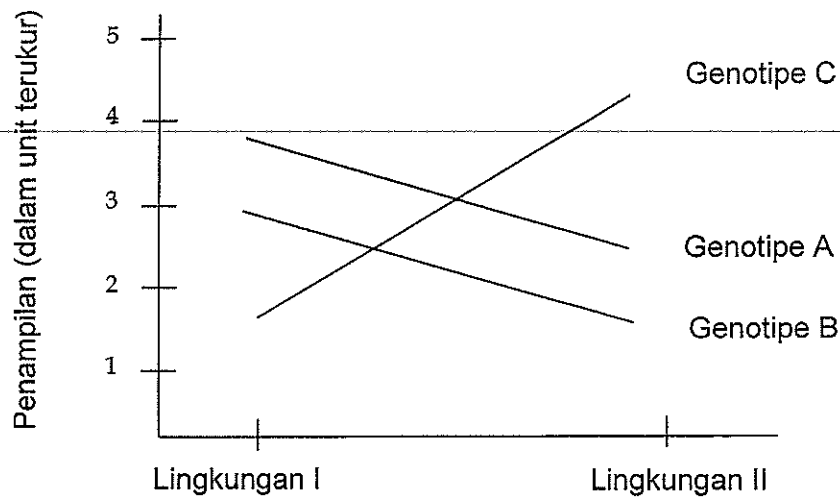
Dilihat dari tipenya, interaksi antara genetik dengan lingkungan dibedakan menjadi 4 sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Tipe-tipe interaksi genetik x lingkungan

Interaksi antara genetik dengan lingkungan lebih mudah dipahami bila genotipe tertentu berekspresi lebih baik pada lingkungan tertentu (misal lingkungan I) dibandingkan ekspresinya pada lingkungan yang lain (misal lingkungan II).

Pada makna yang lain, suatu lingkungan memberikan kesempatan kepada bangsa tertentu untuk memproduksi lebih baik dibandingkan kepada bangsa lainnya. Interaksi antara genetik dengan lingkungan digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Ilustrasi secara teoritis interaksi antara genetik dengan lingkungan. Contoh tidak ada interaksi: genotipe A dengan B; Ada interaksi: genotipe C dengan A ataupun B

Implementasinya, interaksi antara genetik dan lingkungan ditunjukkan oleh adanya peringkat keunggulan sejumlah pejantan dari hasil uji keturunan (*progeny test*) pada dua wilayah yang berbeda. Pada wilayah X, peringkat pejantan A ada pada posisi pertama, sementara itu pada wilayah Y peringkat pejantan A tersebut mungkin pada posisi 2, mungkin posisi 3 atau posisi lainnya.

II.2.2. Latihan

1. Sebutkan dan jelaskan tentang ciri-ciri sifat kuantitatif!
2. Mengapa terjadi keragaman penampilan pada ternak?
3. Jika rata-rata suatu sifat kuantitatif sebesar 40,5 (unit) dan jumlah sampel 20, berapakah nilai total sifat kuantitatif tersebut?
4. Apa perbedaan antara regresi dengan korelasi?

II.3. Penutup

II.3.1. Rangkuman

Sifat kuantitatif pada ternak dicirikan oleh tiga hal, yaitu 1) Sifat kuantitatif adalah sifat yang dapat diukur/ ditimbang, 2) Fenotipe sifat kuantitatif dipengaruhi oleh banyak pasang gen, 3) Sifat kuantitatif dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Gambaran fenotipik populasi dapat diketahui melalui analisis rata-rata-ragam dan simpangan baku. Keragaman fenotipik sifat kuantitatif pada populasi tergantung pada keragaman genetik, lingkungan dan interaksi antara genetik dengan lingkungan.

II.3.2. Test Formatif

1. Mengapa sifat kuantitatif lebih penting diperhatikan pada program pemuliaan ternak?
2. Pada suatu populasi telah dilakukan survey tentang bobot lahir pedet sapi potong milik rakyat.. Berapa jumlah total pedet pada populasi tersebut jika bobot lahir pedet berada pada selang $\mu \pm 1\sigma$ sebanyak 460 ekor?
3. Pada tabel di bawah ini disajikan data bobot telur puyuh. Hitunglah rata-rata, ragam dan simpangan baku bobot telur puyuh tersebut.

Data ke -	Bobot telur (x_i)	Data ke -	Bobot telur (x_i)
1	8,96	11	9,01
2	10,21	12	8,92
3	9,02	13	9,88
4	9,66	14	10,01
5	9,67	15	10,23
6	10,54	16	9,89
7	10,05	17	9,96
8	9,99	18	11,00
9	10,67	19	10,81
10	10,78	20	9,69

4. Dari hasil perhitungan korelasi antara dua parameter diperoleh hasil bahwa nilai korelasi sebesar 0,9. Apa arti angka tersebut?

II.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mempelajari setiap pertanyaan atau soal dan mengerjakannya paling lama 10 menit per pertanyaan. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban test formatif. Kemudian evaluasi, seberapa benar jawaban anda.

$$\text{Derajat pemahaman} = (\text{jumlah jawaban betul} / \text{jumlah soal}) \times 100\%$$

Katagori derajat pemahaman adalah:

- 83,34 – 100% : sangat baik
- 66,68 – 83,33% : baik
- 50,01 – 66,67 % : sedang
- 33,34 – 50,00% : kurang
- <33,33% : sangat kurang

II.3.4. Tindak Lanjut

Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 67\%$, anda dikatakan baik dalam memahami materi sub pokok bahasan II. Jika anda mempunyai derajat pemahaman $< 50\%$ maka anda dikatakan belum memahami sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang sistem perkawinan dan terus mencoba test formatif sampai memperoleh derajat pemahaman $\geq 67\%$.

II.3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Sifat kuantitatif mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi dibandingkan dengan sifat kualitatif.

2. Jumlah total pedet = $(100/68,26) \times 460 = 674$ ekor.

3. a. Rata-rata = $\frac{1}{20} \sum_1^{20} X_i = 9,95$ gram

b. Ragam = $\frac{\sum X_i^2 - [(\sum X_i)^2 / n]}{n - 1} = 0,40$ gram

c. Simpangan baku = $\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0,40} = 0,63$

4. Untuk menginterpretasikan nilai korelasi, maka nilai tersebut dikuadratkan lebih dulu $(0,9 \times 0,9) = 0,81$. Jadi, parameter 1 mempengaruhi parameter 2 sebesar 81%. Angka-angka pada parameter 2 dipengaruhi oleh parameter lain sebesar 19%.

II.4. Daftar Pustaka

- Dunlop, A.A. 1962. Interaction between heredity and environment in the Australian Merino. I. Strain x location interactions in wool traits. Aust. J. Agric. Reserach. 13:503-531.
- El-Gendy, E.A., M. K. Nassar and A. Mostagger. 2007. Gennotype-environment interaction to heat tolerance in chickens. 2. Variation in juvenile growth of warm regions' oriented breeds. Int. J. Poultry Sci. 6(5):322-328.

- Hargrove, G., D.A. Mbah and J.L. Sosenberger. 1981. Genetic and environmental influence on milk and milk component production. *J. Dairy Sci.* 64:1593-1597.
- Lasley, J.F. 1978. *Genetics of Livestock Improvement*. Third Edition. Prentice-Hall of India, Private Limited, New Delhi-110001.
- Nauta, W.J., R.F. Veerkamp, E.W. Brascamp and H. Bovenhuls. 2006. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *J. Dairy Sci.*89:2729-2737.
- Pani, S.N. and J.F. Lasley. 1972. *Genotype x Environment Interactions in Animals: Theoretical Considerations and Review Findings*. Research Bulletin 992. University of Missouri-Columbia, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station.
- Shinjo, A. 1990. *First Course in Statistics*. College of Agriculture, University of the Ryukyus, Nishihara-cho, Okinawa, Japan.

BAB III. SUB POKOK BAHASAN: PARAMETER GENETIK

III. 1. Pendahuluan

III.1.1. Deskripsi Singkat

Parameter genetik dibagi menjadi 3, yaitu heritabilitas, korelasi genetik dan rinitabilitas. Parameter genetik sering digunakan dalam rumus pendugaan nilai pemuliaan dan proses seleksi.

Heritabilitas mengukur keragaman total pada fenotipik yang disebabkan oleh keragaman genetik aditif. Heritabilitas (h^2) mempunyai beberapa pengertian. Pertama, h^2 mengukur kepentingan relatif antara pengaruh genetik dan lingkungan untuk suatu sifat pada suatu populasi. Dicontohkan, jika pada suatu populasi sapi perah diketahui nilai h^2 bobot lahir pedet sebesar 0,3 maka 0,3 tidak diartikan bahwa penampilan sifat bobot lahir disebabkan oleh pengaruh genetik sebesar 30% dan pengaruh lingkungan sebesar 70%, tetapi perbedaan (keragaman) penampilan bobot lahir antar individu pedet pada populasi tersebut 30% disebabkan oleh keragaman genetik aditif antar individu. Nilai h^2 berselang antara 0~1. Heritabilitas dikategorikan rendah (*lowly heritable*), sedang (*moderately heritable*) dan tinggi (*highly heritable*) bila mempunyai nilai masing-masing 0~0,15; 0,15~0,30 dan $\geq 0,30$. Nilai h^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa suatu sifat memberikan respon yang lebih baik terhadap perlakuan seleksi. Sebaliknya, nilai h^2 yang rendah untuk suatu sifat menunjukkan bahwa respon seleksi akan lambat. Pengertian kedua, h^2 didefinisikan sebagai ukuran yang menunjukkan tingkat kesamaan penampilan antara anak-anak dengan tetuanya.

Suatu sifat dikatakan mempunyai nilai heritabilitas tinggi bila ternak-ternak dalam suatu populasi mempunyai penampilan yang baik untuk sifat tersebut cenderung menghasilkan keturunan dengan penampilan yang baik pula, dan ternak-ternak dengan penampilan buruk atau rendah cenderung menghasilkan keturunan dengan penampilan yang rendah pula. Pengertian ketiga, h^2 merupakan ukuran yang menggambarkan hubungan antara nilai penotipik dengan nilai pemuliaan (*Breeding Value*, BV) untuk suatu sifat pada suatu populasi. Secara matematik, h^2 adalah regresi BV terhadap nilai fenotipiknya ($h^2 = b_{BV \cdot P}$). Sebagai koefisien

regresi, h^2 dapat digunakan untuk menduga nilai pemuliaan individu ternak berdasarkan nilai penotipiknya.

Pembahasan tentang korelasi genetik berkaitan dengan hubungan antara suatu sifat dengan sifat yang lain secara genetik. Alasan mengapa korelasi genetik sangat penting adalah jika dua sifat berkorelasi secara genetik, maka seleksi untuk suatu sifat akan menyebabkan perubahan pada sifat lain. Ada 2 faktor yang menyebabkan terjadinya korelasi genetik antara 2 sifat, yaitu gen pleiotropi (*pleiotropic gene*) dan gen berangkai (*linked gene*). Diketahui bahwa dalam suatu lengan kromosom terdapat gen-gen yang jumlahnya tidak diketahui. Diantara sejumlah gen yang ada, ekspresinya dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu 1) satu gen mengekspresikan satu sifat, 2) satu gen mengekspresikan banyak sifat dan 3) beberapa gen mengekspresikan satu sifat. Gen tunggal yang mengekspresikan lebih dari satu sifat inilah yang disebut sebagai gen pleiotropik. Sementara itu yang dimaksud dengan gen berangkai adalah rangkaian gene-gen yang kedudukannya berdekatan satu sama lain yang mengekspresikan sifat-sifat berbeda, yang karena kedekatannya seolah-olah menjadi suatu kesatuan. Rangkaian gen ini diwariskan dari tetua kepada keturunannya, sehingga menyebabkan terjadinya korelasi genetik.

Konsep rinitabilitas (dilambangkan R) digunakan untuk mempelajari bagian ragam total suatu sifat pada suatu populasi yang disebabkan oleh keragaman antar individu yang bersifat permanen pada periode produksi yang berbeda. Pengertian permanen disini adalah semua faktor genetik dan pengaruh lingkungan yang bersifat tetap, misalnya luka yang menyebabkan cacat karena kecelakaan, penyakit yang menyebabkan turunnya produktivitas dan sebagainya. Sebenarnya pengaruh lingkungan yang bersifat tetap bukanlah faktor genetik, namun pengaruhnya terhadap penampilan produksi seekor ternak bersifat seperti faktor genetik yaitu sepanjang ternak tersebut hidup (*lifetime production*).

III.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan tentang definisi heritabilitas, korelasi genetik dan rinitabilitas. Disamping itu mahasiswa dapat menjelaskan tentang pentingnya ketiga parameter genetik

genetik dalam proses seleksi ternak. Telah diketahui bahwa salah satu cara untuk meningkatkan mutu genetik ternak adalah seleksi ternak. Dengan demikian jelas bahwa pemahaman tentang parameter genetik sangat penting bagi mahasiswa.

III.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat menjelaskan manfaat parameter genetik dalam pendugaan nilai pemuliaan dan metode-metode pendugaan parameter heritabilitas, korelasi genetik dan rinitabilitas.

III.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menuliskan rumus parameter genetik.
2. Mahasiswa mampu menyusun analisis ragam untuk menduga nilai heritabilitas dan rinitabilitas.
3. Mahasiswa mampu menyusun analisis ragam dan peragam untuk menduga nilai korelasi genetik.
4. Mahasiswa mampu menginterpretasikan hasil pendugaan masing-masing nilai parameter genetik.

III.2. Penyajian

III.2.1. Uraian

A. Metode Pendugaan Heritabilitas

a. Metode Pola Satu Arah

Metode ini digunakan untuk hewan *unipara* (setiap kelahiran dihasilkan satu ekor anak) dengan selang generasi yang cukup lama, misal sapi, kerbau. Metode satu arah dibedakan menjadi dua dilihat dari jumlah anak per pejantan, yaitu: 1) *balanced design* bila jumlah anak per pejantan adalah sama banyak, dan 2) *unbalanced design* bila jumlah anak per pejantan adalah tidak sama.

a.1. *Balanced Design*

Model statistik:

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + e_{ik}$$

Keterangan:

Y_{ik} = Nilai pengukuran pada anak ke-k dari pejantan ke-i

μ = Rataan umum

α_i = Pengaruh pejantan ke-i

e_{ik} = Pengaruh dari lingkungan dan simpangan genetik yang tidak terkontrol

Analisis ragam untuk perhitungan nilai h^2 disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Analisis ragam perhitungan nilai heritabilitas

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Kuadrat Tengah Harapan (KTH)
Faktor Koreksi	1	$FK = (Y_{..})^2 / n_{..}$		
Antar pejantan (S)	S-1	$JK_S = \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - FK$	$KT_S = JK_S / DB_S$	$\sigma_w^2 + k_1 \sigma_s^2$
Antar anak dalam pejantan (w)	$n_{..} - S$	$JK_w = \sum_i \sum_k Y_{ik}^2 - \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{n_i}$	$KT_w = JK_w / DB_w$	σ_w^2

Keterangan:

S = Jumlah pejantan

n_i = Jumlah anak dari pejantan ke-i

k = Koefisien jumlah anak per pejantan, besarnya sama dengan n_i

$n_{..}$ = Jumlah total anak

Y_{ik} = Data individual dari pengukuran pada individu ke-k keturunan pejantan ke-i

$Y_{i.}$ = Jumlah nilai data dari pejantan ke-i

$Y_{..}$ = Jumlah total nilai dari seluruh data

$$\sigma_w^2 = KT_w \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\sigma_s^2 = (KT_S - KT_w) / k \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\text{Nilai heritabilitas } (h^2) = 4\sigma_s^2 / (\sigma_s^2 + \sigma_w^2) \dots\dots\dots (3.3)$$

Contoh 3.1. Pendugaan nilai heritabilitas dengan metode pola satu arah:
Enam pejantan sapi potong mengawini 10 betina. Bobot badan masing-masing pedet pada waktu lahir ditimbang. Susunan data disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Data jumlah pejantan dan jumlah anak

No. Urut Anak	Pejantan					
	I	II	III	IV	V	VI
1	32,1	33,9	32,8	32,0	32,9	33,0
2	33,5	31,8	32,0	33,5	29,2	32,9
3	32,8	32,2	31,7	33,1	32,0	31,4
4	31,9	32,4	31,0	32,9	33,8	30,8
5	32,8	32,5	29,8	31,6	31,2	30,2
6	34,0	31,8	32,9	32,9	31,4	31,2
7	33,5	31,2	31,0	31,8	30,8	30,1
8	32,7	32,9	32,0	33,8	31,8	29,9
9	31,1	33,9	32,2	32,0	32,2	32,6
10	32,8	32,1	31,9	32,1	32,3	33,1
Y _{i.}	327,2	324,2	317,3	325,7	317,6	315,2

$$Y_{..} = 35,1 + 33,5 + \dots + 28,6 + 33,0 = 1927,7$$

$$\sum_i \sum_k Y_{ik}^2 = 62002,29$$

$$n_{..} = 60$$

$$n_i = k_1 = 10$$

Perhitungan Jumlah Kuadrat:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = (Y_{..})^2 / n_{..} = (1927,7)^2 / 60 = 61933,79$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Antar Pejantan (JK}_s) = \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - \text{FK} =$$

$$\left[\left(\frac{327,2^2}{10} \right) + \dots + \left(\frac{315,2^2}{10} \right) \right] - 61933,79 = 61947,05 - 61933,79 = 13,26$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Antar Anak dalam Pejantan (JK}_w) = \sum_i \sum_k Y_{ik}^2 - \sum_i \frac{Y_i^2}{n_i} = 62002,29 - 61947,05 = 55,24$$

Perhitungan Kuadrat Tengah:

$$\text{Kuadrat Tengah antar Pejantan (KT}_s) = JK_s/DB_s = 13,26/5 = 2,65$$

$$\text{Kuadrat Tengah antar Anak dalam Pejantan (KT}_w) = JK_w/DB_w = 55,24/54 = 1,02$$

Tabel 3.3. Analisis ragam hasil perhitungan data dari Contoh 3.1

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)
Faktor Koreksi (FK)	1	61933,79	
Antar pejantan (S)	6 - 1 = 5	13,26	2,65
Antar Anak dalam Induk (W)	60 - 6 = 54	55,24	1,02

Perhitungan Ragam:

$$\sigma_w^2 = KT_w = 1,02$$

$$\sigma_s^2 = (KT_s - KT_w) / k = (2,65 - 1,02) / 10 = 0,16$$

$$\text{Nilai } h^2 \text{ dugaan} = 4\sigma_s^2 / (\sigma_s^2 + \sigma_w^2) = \frac{4(0,16)}{0,16 + 1,02} = 0,54$$

a.2. *Unbalanced Design*

Model statistik dan analisis ragam pada *unbalanced design* sama dengan *balanced design*. Namun ada satu hal yang harus diperhatikan yaitu k_1 tidak sama dengan n_i , sehingga koefisien k_1 dihitung dengan rumus:

$$k_1 = \frac{1}{S-1} (n_{\bullet} - \frac{\sum n_i^2}{n_{\bullet}}) \dots\dots\dots (3.4)$$

b. Metode Rancangan Tersarang (*Nested Design*)

Pada metode ini setiap pejantan mengawini beberapa beberapa induk, dan dari setiap perkawinan tersebut dihasilkan beberapa anak.

b.1. *Balanced Design*

Model statistik:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + e_{ik}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = Nilai pengukuran pada anak ke-k dari betina (induk) ke-j yang dikawini pejantan ke-i

μ = Rataan umum

α_i = Pengaruh pejantan ke-i

β_{ij} = Pengaruh induk ke-j yang kawin dengan pejantan ke-i

e_{ik} = Pengaruh dari lingkungan dan simpangan genetik yang tidak terkontrol

Analisis ragam untuk menghitung bilai heritabilitas dengan metode rancangan tersedang disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Analisis ragam perhitungan nilai heritabilitas dengan metode rancangan tersedang

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Kuadrat Tengah Harapan (KTH)
Faktor Koreksi	1	$FK = (Y_{...})^2/n_{..}$		
Antar pejantan (S)	S - 1	$JK_S = \sum_i \frac{Y_{i..}^2}{n_{i.}} - FK$	$KT_S = JK_S/DB_S$	$\sigma_w^2 + k_2 \sigma_D^2 + k_3 \sigma_S^2$
Antar induk dalam pejantan (D)	D - S	$JK_D = \sum_i \sum_j \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}} - \sum_i \frac{Y_{i..}^2}{n_{i.}}$	$KT_D = JK_D/DB_D$	$\sigma_w^2 + k_1 \sigma_D^2$
Antar anak dalam induk (w)	$n_{..} - D$	$JK_w = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - \sum_i \sum_j \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}}$	$KT_w = JK_w/DB_w$	σ_w^2

Keterangan:

S = Jumlah pejantan

D = Jumlah induk

n_{ij} = Jumlah anak dari induk ke-j

$n_{i\bullet}$ = Jumlah anak dari pejantan ke-i

$k_1 = k_2$ = Koefisien jumlah anak per induk, besarnya sama dengan n_{ij}

k_3 = Koefisien jumlah anak per pejantan, besarnya sama dengan $n_{i\bullet}$

$n_{..}$ = Jumlah total anak

Y_{ijk} = Data individual dari pengukuran pada individu ke-k, hasil keturunan dari induk ke-j yang dikawini pejantan ke-i

$Y_{ij\bullet}$ = Jumlah nilai data dari induk ke-j yang dikawini pejantan ke-i

$Y_{i\bullet\bullet}$ = Jumlah nilai data dari pejantan ke-i

$Y_{...}$ = Jumlah total nilai dari data

$$\sigma_W^2 = KT_W \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\sigma_D^2 = (KT_D - KT_W) / k_1 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\sigma_S^2 = [KT_S - (KT_W + k_2 \sigma_D^2)] / k_3 \dots\dots\dots (3.7)$$

Nilai heritabilitas (h^2):

$$1. h_S^2 = 4\sigma_S^2 / (\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_W^2) \dots\dots\dots (3.8)$$

$$2. h_D^2 = 4\sigma_S^2 / (\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_W^2) \dots\dots\dots (3.9)$$

Contoh 3.2. Perhitungan pendugaan nilai heritabilitas dengan metode rancangan bersarang:

Pada suatu penelitian untuk menduga nilai heritabilitas telur ayam digunakan 4 ekor pejantan. Masing-masing pejantan dikawinkan dengan 3 ekor betina (induk). Dari setiap perkawinan tersebut diperoleh sejumlah telur tetas, namun hanya 5 butir yang diambil secara acak, kemudian ditimbang. Susunan data disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Data pejantan, induk dan bobot telur

Pejantan (i)	Induk (j)	Bobot telur tetas (k)					$Y_{ij\cdot}$	$Y_{i\cdot\cdot}$
I	1	62,2	61,6	62,0	62,3	61,9	310,0	933,2
	2	62,1	61,9	62,7	63,1	62,4	312,2	
	3	62,6	62,1	61,9	61,8	62,6	311,0	
II	4	62,7	62,6	62,3	61,1	61,6	310,3	930,1
	5	62,1	62,1	62,5	61,8	61,9	310,4	
	6	60,9	61,8	62,4	62,6	61,7	309,4	
III	7	60,8	60,3	61,8	61,5	61,6	306,0	924,7
	8	60,5	61,5	61,9	62,2	62,5	308,6	
	9	60,9	62,8	63,2	61,8	61,4	310,1	
IV	10	62,3	63,2	62,9	62,7	63,1	314,2	937,9
	11	62,8	62,4	61,2	62,1	62,0	310,5	
	12	63,1	62,8	61,9	62,6	62,8	313,2	

$Y_{\dots} = 3725,9$

$\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 = 231398,27$

$S = 4$

$k_1 = k_2 = 5$

$D = 12$

$k_3 = 15$

$n_{ij} = 5$

$n_{\dots} = 60$

$n_{i\cdot} = 15$

Perhitungan Jumlah Kuadrat:

Faktor Koreksi (FK) = $(Y_{\dots})^2/n_{\dots} = (3725,9)^2/60 = 231372,18$

$$\text{Jumlah Kuadrat Anatr Pejantan (JK}_S) = \sum_i \frac{Y_{i..}^2}{n_{i.}} - FK =$$

$$\left[\left(\frac{933,2^2}{15} \right) + \frac{930,1^2}{15} + \frac{924,7^2}{15} + \frac{937,9^2}{15} \right] - 231372,18 =$$

$$231378,32 - 231372,18 = 6,14$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Antar Induk dalam Pejantan (JK}_D) = \sum_i \sum_j \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}} - \sum_i \frac{Y_{i..}^2}{n_{i.}} =$$

$$\left[\left(\frac{310,0^2}{5} \right) + \frac{312,2^2}{5} + \dots + \frac{313,2^2}{5} \right] - 231378,32 = 231382,11 - 231378,32 = 3,79$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Antar Anak dalam Induk (JK}_W) =$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - \sum_i \sum_j \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}} = 231398,27 - 231382,11 = 16,16$$

Perhitungan Kuadrat Tengah:

$$\text{Kuadrat Tengah Antar Pejantan} = JK_S / DB_S = 6,14 / (4-1) = 0,788$$

$$\text{Kuadrat Tengah Antar Induk dalam pejantan (KT}_S) =$$

$$JK_D / DB_D = 3,79 / (12-4) = 0,47$$

$$\text{Kuadrat Tengah Antar Anak dalam Induk (KT}_W) =$$

$$JK_W / DB_W = 16,16 / (60-12) = 0,34$$

Tabel 3.6. Analisis ragam hasil perhitungan data dari Contoh 3.2

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)
Faktor Koreksi (FK)	1	231372,18	
Antar pejantan (S)	4 - 1 = 3	6,14	2,05
Antar Induk dalam Pejantan (D)	12 - 4 = 8	3,79	0,47
Antar Anak dalam Induk (W)	60 - 12 = 48	16,16	0,34

Perhitungan Ragam:

$$\sigma_w^2 = KT_w = 0,34$$

$$\sigma_D^2 = (KT_D - KT_w) / k_1 = (0,47 - 0,34) / 5 = 0,026$$

$$\sigma_S^2 = [KT_S - (KT_w + k_2 \sigma_D^2)] / k_3 = [2,05 - (0,34 + (5 (0,026)))] / 15 = 0,105$$

Nilai heritabilitas (h^2) :

$$3. h_S^2 = 4\sigma_S^2 / (\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_w^2)$$

$$h_S^2 = \frac{4(0,105)}{(0,105 + 0,026 + 0,34)} = 0,89$$

$$4. h_D^2 = 4\sigma_D^2 / (\sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_w^2)$$

$$h_D^2 = \frac{4(0,026)}{(0,105 + 0,026 + 0,34)} = 0,22$$

b.2. Unbalanced Design

Perhitungan koefisien-koefisien (k_1 , k_2 dan k_3) yang menunjukkan anak per induk dan per pejantan pada kondisi tidak sama dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$k_1 = (n_{..} - \sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}}) / DB_D \quad \dots \quad (3.10)$$

$$k_2 = (\sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}} - \frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{..}}) / DB_S \quad \dots \quad (3.11)$$

$$k_3 = (n_{..} - \frac{\sum_i n_{i.}^2}{n_{..}}) / DB_S \quad \dots \quad (3.12)$$

Keterangan untuk simbol jumlah anak sama dengan yang telah diuraikan sebelumnya. Untuk mempermudah pemahaman dalam menentukan koefisien k_1 , k_2 dan k_3 , di bawah ini diberikan contoh analisisnya. Diketahui ada enam ekor pejantan, masing-masing mengawini sejumlah induk. Dari setiap perkawinan dihasilkan beberapa ekor anak (lihat Tabel 3.7.).

Tabel 3.7. Data Pejantan, Induk dan Anak

Pejantan	Jumlah Induk yang Dikawini Pejantan	Jumlah Anak per Induk (n_{ij})	Jumlah Anak per Pejantan ($n_{i.}$)
I	4	3, 6, 5, 8	22
II	6	5, 7, 4, 7, 6, 8	37
III	5	7, 5, 2, 4, 5	23
IV	3	8, 4, 6	18
V	5	2, 5, 1, 5, 4	17
VI	4	3, 7, 2, 8	20

- $n_{..}$ = Jumlah total anak = 137
 S = Jumlah Pejantan = 6
 D = Jumlah Induk = 27
 DB_S = Derajat Bebas antar Pejantan = 6-1 = 5
 DB_D = Derajat Bebas antar Induk dalam Pejantan = 27-6 = 21

$$\begin{aligned}
 k_1 &= (n_{..} - \sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}}) / DB_D \\
 &= \{137 - [(\frac{3^2 + 6^2 + 5^2 + 8^2}{22}) + \dots + (\frac{3^2 + 7^2 + 3^2 + 8^2}{37})]\} / 21 \\
 &= \{137 - [6,09 + 6,46 + 5,17 + 6,44 + 4,18 + 6,30]\} / 21 \\
 &= \{137 - [34,64]\} / 21 = 4,87
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_2 &= (\sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}} - \frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{..}}) / DB_S \\
 &= \{34,64 - \frac{[(3^2 + 6^2 + 5^2 + 8^2 + 5^2 + 7^2 + \dots + 2^2 + 8^2)]}{137}\} / 5 \\
 &= \{34,64 - [\frac{805}{137}]\} / 5 = 5,75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
k_3 &= (n_{..} - \frac{\sum n_i^2}{n_{..}}) / DB_s \\
&= \{137 - \frac{[(22^2 + 37^2 + 23^2 + 18^2 + 17^2 + 20^2)]}{137}\} / 5 \\
&= \{137 - \frac{[3395]}{137}\} / 5 = 22,44
\end{aligned}$$

c. Metode Regresi Tetua-Anak

Pada pendugaan nilai h^2 berdasarkan regresi tetua-anak digunakan data yang diperoleh dari pola perkawinan *one-way layout* sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya. Pada suatu populasi setiap pejantan mengawini sejumlah induk, dan dari setiap perkawinan tersebut dihasilkan satu anak. Perbedaan pokok adalah data harus diperoleh dari dua generasi, yaitu data dari tetua dan data dari anak-anak. Dicontohkan, bila akan dianalisis nilai h^2 bobot badan umur satu tahun pada sapi potong, maka data yang harus disediakan adalah data bobot badan umur satu tahun dari sejumlah pejantan yang ada dan data bobot badan umur satu tahun dari keturunan pejantan-pejantan tersebut.

Model Statistik:

$$Y_i = \beta_i + e_i$$

Keterangan: Y_i adalah nilai pengukuran pada keturunan dari pejantan ke- i , β_i adalah nilai pengukuran pada pejantan ke- i , dan e_i adalah pengaruh tidak terkontrol terhadap Y_i

Rumus perhitungan ragam dan peragam:

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \quad ; \quad \sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N}$$

N adalah jumlah pasangan tetua-anak

$$\hat{cov}_{XY} = \frac{\sum xy}{N-1} = \frac{\sum XY - \{[(\sum X)(\sum Y)]/N\}}{N-1}$$

$$\hat{\sigma}_X^2 = \frac{\sum x^2}{N-1} = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{N-1}$$

$$\text{Regresi anak terhadap tetua (b)} = \frac{\hat{\text{cov}}_{XY}}{\hat{\sigma}_X^2} = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$\text{Nilai } h^2 = 2 b = 2 \frac{\sum xy}{\sum x^2} \dots\dots\dots (3.13)$$

Contoh 3.3. Perhitungan pendugaan nilai heritabilitas dengan metode regresi tetua-anak

Susunan pasangan data bobot badan sapi Jawa pada saat berumur 1 tahun dari sejumlah pejantan dan keturunannya disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Data bobot badan pejantan dan anak

No. Urut	Bobot Badan Pejantan (X, dalam kg)	Bobot Badan Anak (Y, dalam kg)
1	145	156
2	136	166
3	139	159
4	138	164
5	143	154
6	150	169
7	149	168
8	152	156
9	160	141
10	145	159
11	158	168
12	153	168
13	132	148
14	140	151
15	156	172

No. Urut	Bobot Badan	
	Pejantan (X, dalam kg)	Bobot Badan Anak (Y, dalam kg)
16	147	166
17	163	164
18	160	154

$$N = 18$$

$$\sum X = 2666$$

$$\sum X^2 = 396276$$

$$\sum x^2 = 396276 - \frac{(2666)^2}{18} = 1411,78$$

$$\sum Y = 2883$$

$$\sum XY = 427190$$

$$\sum xy = 427190 - \frac{(2666)(2883)}{18} = 185,57$$

$$\text{Koefisien regresi (b)} = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{185,57}{1411,78} = 0,13$$

$$\text{Jadi nilai } h^2 = 2b = 2(0,13) = 0,26$$

B. Metode Pendugaan Koefisien Korelasi Genetik

Metode yang dibahas berikut ini didasarkan pada analisis ragam dan peragam.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perhitungan pendugaan koefisien korelasi genetik adalah:

1. Perhitungan ragam sifat I dengan analisis ragam (disebut sebagai Anova I).
2. Perhitungan ragam sifat II dengan Anova II.
3. Perhitungan peragam untuk sifat I dan II dengan analisis peragam (Analysis of covariance atau Ancova)

Bila salah satu dari 3 langkah tersebut di atas tidak dilakukan, maka koefisien korelasi genetik tidak dapat dihitung. Tujuan perhitungan setiap analisis ragam I dan II adalah untuk memperoleh ragam dari sumber

keragaman masing-masing sifat, sementara itu analisis peragam digunakan untuk memperoleh nilai peragam dari 2 sifat yang dianalisis. Setelah semua ragam dan peragam diperoleh, maka nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam rumus untuk memperoleh nilai koefisien korelasi genetik. Untuk lebih jelasnya, pada bagian akhir bab ini akan disajikan contoh perhitungan korelasi genetik dengan menggunakan analisis ragam dan peragam.

a. Metode Pola Satu Arah (*One-way layout*)

Metode Pola Satu Arah dibedakan menjadi 2, yaitu: 1) *Single Parent Design*, untuk ternak-ternak unipara (setiap kelahiran dihasilkan satu ekor anak dengan selang generasi yang cukup lama, misal sapi, kerbau), dan 2) *Single Pair Mating*, untuk ternak-ternak multipara (setiap kelahiran dihasilkan sejumlah anak, misal babi, kelinci, marmut, mencit).

a.1. *Single Parent Design*

Pada metode ini dibedakan menjadi dua dilihat dari jumlah anak per pejantan, yaitu: 1) *balanced design* bila jumlah anak per pejantan adalah sama banyak, dan 2) *unbalanced design* bila jumlah anak per pejantan adalah tidak sama.

a.1.1. *Balanced design*

Model statistik:

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + e_{ik}$$

Keterangan:

Y_{ik} = Nilai pengukuran pada anak ke-k dari pejantan ke-i

μ = Rataan umum

α_i = Pengaruh pejantan ke-i

e_{ik} = Pengaruh dari lingkungan dan simpangan genetik yang tidak terkontrol

Analisis ragam dalam perhitungan korelasi genetik disajikan pada Tabel 7-2. Sumber keragaman pada metode ini hanya 2, yaitu 1) antar pejantan (bapak), dan 2) antar anak dalam pejantan. Pada program inseminasi buatan

sangat memungkinkan seekor pejantan mempunyai sejumlah anak pada waktu yang relatif sama, sehingga data per pejantan menjadi lebih banyak.

Pada Tabel 3.9 hanya disajikan rumus perhitungan analisis peragam yang melibatkan sifat I (X) dan II (Y) sekaligus. Untuk analisis ragam I, posisi Y digantikan oleh X. Dengan cara yang sama, pada analisis ragam II posisi X digantikan oleh Y. Dengan demikian hasil akhir baik analisis ragam I maupun II bukan peragam tetapi ragam (σ_s^2 dan σ_w^2) masing-masing untuk sumber keragaman antar pejantan dan antar anak dalam pejantan.

Tabel 3.9. Analisis peragam perhitungan korelasi genetik

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Hasil Kali (JHK)	Hasil Kali Rata-rata (HKR)	Hasil Kali Rata-rata Harapan (HKRH)
Faktor Koreksi	1	$FK = (X_{..})(Y_{..})/n_{..}$		
Antar pejantan (S)	S-1	$JHK_S =$ $\sum_i \frac{X_{i.} \cdot Y_{i.}}{n_i} - FK$ $JHK_w =$	$HKR_S =$ JHK_S/DB_S	$Cov_w + k_1$ Cov_S
Antar anak dalam pejantan (w)	$n_{..} - S$	$\sum_i \sum_k X_{ik} Y_{ik} -$ $\sum_i \frac{X_{i.} \cdot Y_{i.}}{n_i}$	$HKR_w =$ JHK_w/DB_w	Cov_w

Keterangan:

- S = Jumlah pejantan
- n_i = Jumlah anak dari pejantan ke-i
- k = Koefisien jumlah anak per pejantan, besarnya sama dengan n_i
- $n_{..}$ = Jumlah total anak
- X_{ik} = Data parameter I hasil pengukuran pada individu ke-k sebagai keturunan pejantan ke-i
- Y_{ik} = Data parameter II hasil pengukuran pada individu ke-k sebagai keturunan pejantan ke-i

- $X_{i\bullet}$ = Jumlah data parameter I pada pejantan ke-i
- $Y_{i\bullet}$ = Jumlah data parameter II pada pejantan ke-i
- $X_{\bullet\bullet}$ = Jumlah total data parameter I
- $Y_{\bullet\bullet}$ = Jumlah total data parameter II

$$\text{Cov}_w = \text{HKR}_w \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\text{Cov}_s = (\text{HKR}_s - \text{HKR}_w) / k \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\text{Korelasi genetik } (r_g) = \frac{4\text{Cov}_s}{\sqrt{4\sigma_s^2 \cdot 4\sigma_w^2}} \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

a.1.2. *Unbalanced Design*

Yang dimaksudkan dengan *unbalanced design* adalah rancangan dengan jumlah data yang tidak sama. Pada *unbalanced design*, perhitungan koefisien jumlah anak per betina (k) pada pendugaan nilai korelasi genetik sama seperti yang telah diuraikan sebelumnya pada pembahasan heritabilitas, yaitu:

$$k = \frac{1}{S-1} \left(n_{\bullet\bullet} - \frac{\sum n_i^2}{n_{\bullet\bullet}} \right)$$

a.2. *Single Pair Mating*

Analisis ragam pada metode ini pada prinsipnya sama dengan metode *Single Parent Design*. Ada 2 sumber keragaman, yaitu: 1) Antar perkawinan, dan 2) Antar anak dalam perkawinan. Unsur-unsur analisis peragama disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Analisis peragam pada *single pair mating*

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Hasil Kali (JHK)	Hasil Kali Rata-rata (HKR)	Hasil Kali Rata-rata Harapan (HKRH)
Antar perkawinan (M)	S-1	JHK _s	HKR _s = JHK _s /DB _s	Cov _w + k ₁ Cov _s
Antar anak dalam perkawinan (w)	n _• -S	JHK _w	HKR _w = JHK _w /DB _w	Cov _w

$$\text{Cov}_w = \text{HKR}_w$$

$$\text{Cov}_M = (\text{HKR}_M - \text{HKR}_w) / k$$

$$\text{Korelasi genetik } (r_g) = \frac{4\text{Cov}_M}{\sqrt{4\sigma_w^2 \cdot 4\sigma_M^2}} \dots\dots\dots (3.17)$$

b. Metode Rancangan Tersarang (*Nested Design*)

Pada metode ini setiap pejantan dikawinkan dengan beberapa ekor betina, masing-masing betina tersebut menghasilkan beberapa ekor anak. Langkah-langkah yang harus dilakukan sama dengan metode sebelumnya. Pada metode ini sumber keragaman terdiri dari 3 unsur, yaitu 1) antar pejantan, 2) antar induk dalam pejantan, dan 3) antar anak dalam induk. Rumus untuk analisis peragam disajikan pada Tabel 3-11.

b.1. *Balanced Design*

Model statistik:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + e_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ik} = Nilai pengukuran pada anak ke-k dari induk ke-j yang dikawini pejantan ke-i

μ = Rataan umum

α_i = Pengaruh pejantan ke-i

β_{ij} = Pengaruh betina ke-j yang dikawini pejantan ke-i

e_{ijk} = Pengaruh dari lingkungan dan simpangan genetik yang tidak terkontrol

Tabel 3.11. Analisis peragam rancangan tersarang

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Hasil Kali (JHK)	Hasil Kali Rata-rata (HKR)	Hasil Kali Rata-rata Harapan (HKRH)
Faktor Koreksi (FK)	1	$FK = (X_{...})(Y_{...}) / n_{..}$		
Antar pejantan (S)	S-1	$JHK_S = \sum_i \frac{X_{i..} Y_{i..}}{n_{i.}} - FK$ $JHK_D = \sum_i \frac{X_{i..} Y_{i..}}{n_{i.}}$	$HKR_S = JHK_S / DB_S$	$Cov_w + k_2 Cov_D + k_3 Cov_S$
Antar induk dalam pejantan (D)	D-S	$JHK_D = \sum_i \sum_j \frac{X_{ij.} Y_{ij.}}{n_{ij}} - \sum_i \frac{X_{i..} Y_{i..}}{n_{i.}}$	$HKR_D = JHK_D / DB_D$	$Cov_w + k_1 Cov_D$
Antar anak dalam induk (w)	$n_{..} - D$	$JHK_W = \sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk} Y_{ijk} - \sum_i \sum_j \frac{X_{ij.} Y_{ij.}}{n_{ij}}$	$HKR_W = JHK_W / DB_W$	Cov_w

Koefisien $k_1 = k_2 =$ jumlah anak per induk, $k_3 =$ jumlah anak per pejantan.

$$Cov_w = HKR_w$$

Karena $Cov_w + k_1 Cov_D = HKR_D$, maka $Cov_D = (HKR_D - HKR_W) / k_1$

Karena $Cov_w + k_2 Cov_D + k_3 Cov_S = HKR_S$, maka $Cov_S = [HKR_S - (Cov_w + k_2 Cov_D)] / k_3$

$$\text{Korelasi genetik } (r_g) = \frac{4Cov_S}{\sqrt{4\sigma_{S(X)}^2 \cdot 4\sigma_{S(Y)}^2}}$$

b.2. *Unbalanced Design*

Perhitungan koefisien-koefisien (k_1 , k_2 dan k_3) yang menunjukkan anak per induk dan per pejantan pada kondisi tidak sama dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$k_1 = (n_{..} - \sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}}) / DB_D$$

$$k_2 = (\sum_i \frac{\sum_j n_{ij}^2}{n_{i.}} - \frac{\sum_i \sum_j n_{ij}^2}{n_{..}}) / DB_S$$

$$k_3 = (n_{..} - \frac{\sum_i n_{i.}^2}{n_{..}}) / DB_S$$

Contoh Perhitungan:

Contoh perhitungan koefisien korelasi genetik metode rancangan tersarang dapat dilihat pada Contoh 3.4.

Contoh 3.4. Pada penelitian Kambing Peranakan Etawa telah dicatat data-data bobot lahir dan bobot sapih. Pada contoh ini ditampilkan data hipotetik. Setiap pejantan mengawini 3 ekor induk. Data yang dianalisis berjumlah sama (*balanced data*). Setiap induk mempunyai 4 ekor cempe. Data telah distandarisasi ke tipe kelahiran tunggal, ke jenis kelamin jantan dan umur induk pada waktu beranak. Struktur perolehan data disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Data bobot lahir dan bobot sapih pada pola rancangan tersarang

Pejantan	Induk	Cempe	
		Bobot Lahir (X)	Bobot Sapih (Y)
	 (kg)	
♂1	♀1	3,2	8,8
		3,4	9,0
		3,0	8,7
		3,2	8,8
	Data induk no. 1	12,8	35,3
	♀2	2,9	8,8
		2,8	8,4
		2,9	8,9
		3,0	9,0
	Data induk no. 2	11,6	35,1
	♀3	3,0	8,8
		3,1	8,8
		3,4	9,1
		3,3	9,1
	Data induk no. 3	12,8	35,8
	Data pejantan no. 1	37,2	106,2
♂2	♀4	3,5	9,5
		3,4	9,4
		3,3	9,0
		3,1	8,9
	Data induk no. 4	13,3	36,8
	♀5	3,2	9,0
		3,3	9,2
		3,4	9,5
		3,5	9,6
	Data induk no. 5	13,4	37,3

Pejantan	Induk	Cempe	
		Bobot Lahir (X) (kg)	Bobot Sapih (Y)
	♀6	2,9	8,8
		2,8	8,6
		3,3	9,2
		3,1	9,5
	Data induk no. 6	12,1	36,1
	Data pejantan no. 2	38,8	110,2
♂3	♀7	2,8	8,7
		2,7	8,8
		2,9	9,1
		3,1	9,0
	Data induk no. 7	11,5	35,6
	♀8	2,6	8,7
		2,7	8,8
		2,8	9,1
		2,8	9,0
	Data induk no. 8	10,9	35,6
		3,0	9,0
	♀9	3,1	9,2
		3,2	9,4
		3,2	9,4
	Data induk no. 9	12,5	37,0
	Data pejantan no. 3	34,9	108,2

Langkah-langkah perhitungan untuk memperoleh koefisien korelasi genetik adalah sebagai berikut:

1. Langkah I, perhitungan analisis ragam data bobot lahir sebagai sifat pertama.

Dari data pada Tabel 7-5 diperoleh beberapa hasil perhitungan, yaitu:

Koefisien $k_1 = k_2 = 4$; $k_3 = 12$

Derajat bebas antar pejantan (DB_S) = $S-1 = 3-1 = 2$

Derajat bebas antar induk dalam pejantan (DB_D) = $D-S = 9-3 = 6$

Derajat bebas antar anak dalam induk (DB_W) = $n_{..}-D = 36-9 = 27$

$n_{..}$ = jumlah total anak = 36

$n_{i.}$ = jumlah anak dari pejantan ke-i = 12

n_{ij} = jumlah anak dari induk ke-j yang dikawini pejantan ke-i = 4

$X_{...}$ = $3,2 + 3,4 + 3,0 + \dots + 3,1 + 3,2 + 3,2 = 110,9$

$$\sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} = [(37,2)^2 + (38,8)^2 + (34,9)^2]/12 = 342,2742$$

$$\sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})^2}{n_{ij}} = (12,8)^2 + (11,6)^2 + \dots + (10,9)^2 + (12,5)^2/4 = 1372,41$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})^2 = (3,2)^2 + (3,4)^2 + \dots + (3,2)^2 + (3,2)^2 = 343,73$$

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = (X_{...})^2 / n_{..} = (110,9)^2 / 36 = 341,6336$$

$$\text{JK antar pejantan (JK}_S) = \sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} - \text{FK} = 342,2742 - 341,6336 = 0,6406$$

$$\text{JK antar induk dalam pejantan (JK}_D) = \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})^2}{n_{ij}} - \sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} = 343,1025 -$$

$$342,2742 = 0,8283$$

$$\text{JK antar anak dalam induk (JK}_W) = \sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})^2 - \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})^2}{n_{ij}} = 343,73 -$$

$$343,1025 = 0,6275$$

Perhitungan Kuadrat Tengah (KT):

$$KT_S = JK_S / DB_S = 0,6406 / 2 = 0,3203$$

$$KT_D = JK_D / DB_D = 0,8283 / 6 = 0,1381$$

$$KT_W = JK_W / DB_W = 0,6275 / 27 = 0,0232$$

Perhitungan ragam (σ^2):

$$\sigma^2_w = KT_W = 0,0232$$

$$\sigma^2_D = (KT_D - KT_W) / k_1 = 0,1148 / 4 = 0,0287$$

$$\sigma^2_s = [KT_S - (\sigma^2_w + k_2 \sigma^2_D)] / k_3 = [0,3203 - (0,0232 + 4(0,0287))] / 12 = 0,0151$$

2. Langkah II, perhitungan analisis ragam data bobot sapih sebagai sifat kedua.

Dengan cara yang sama seperti langkah perhitungan analisis ragam I, maka JK dan hasil akhir ragam untuk sifat II dapat diperoleh.

$$X_{...} = 8,9 + 9,0 + 8,7 + \dots + 9,2 + 9,4 + 9,5 = 324,6$$

$$\sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} = [(106,2)^2 + (110,2)^2 + (108,2)^2] / 12 = 2927,4767$$

$$\sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})^2}{n_{ij}} = (35,3)^2 + (35,1)^2 + \dots + (35,6)^2 + (37,0)^2 / 4 = 2928,0500$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})^2 = (8,8)^2 + (9,0)^2 + \dots + (9,4)^2 + (9,4)^2 = 2929,68$$

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = (X_{...})^2 / n_{..} = (324,6)^2 / 36 = 2926,8100$$

$$\text{JK antar pekatan (JK}_S) = \sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} - \text{FK} = 2927,4767 - 2926,8100 = 0,6667$$

$$\text{JK antar induk dalam pekatan (JK}_D) = \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})^2}{n_{ij}} - \sum_i \frac{(X_{i..})^2}{n_{i.}} = 2928,0500 -$$

$$2927,4767 = 0,5733$$

$$JK \text{ antar anak dalam induk } (JK_w) = \sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})^2 - \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij\bullet})^2}{n_{ij}} = 2929,68 -$$

$$2928,0500 = 1,6300$$

Perhitungan Kuadrat Tengah (KT):

$$KT_S = JK_S / DB_S = 0,6667 / 2 = 0,3333$$

$$KT_D = JK_D / DB_D = 0,5483 / 6 = 0,0914$$

$$KT_W = JK_W / DB_W = 1,7775 / 27 = 0,0658$$

Perhitungan ragam (σ^2):

$$\sigma_w^2 = KT_W = 0,0658$$

$$\sigma_D^2 = (KT_D - KT_W) / k_1 = 0,0569 / 4 = 0,0142$$

$$\sigma_s^2 = [KT_S - (\sigma_w^2 + k_2 \sigma_D^2)] / k_3 = [0,3333 - (0,0658 + 4(0,0142))] / 12 = 0,0198$$

3. Langkah III, perhitungan analisis peragam antara data bobot lahir dan bobot sapih

Pada analisis ini dua jenis data (bobot lahir dan bobot sapih) dianalisis sekaligus dalam satu kesatuan. Hasil akhir bukan ragam, melainkan peragam (Cov). Dengan cara yang sama seperti langkah sebelumnya maka Jumlah Hasil Kali atau JHK (menggantikan Jumlah Kuadrat) dan Hasil Kali Rata-rata atau HKR (menggantikan Kuadrat Tengah) dapat diperoleh.

$$\sum_i \frac{(X_{i\bullet\bullet})(Y_{i\bullet\bullet})}{n_{i\bullet}} = [(37,2)(106,2) + (38,8)(110,2) + (34,9)(108,2)] / 12 = 1000,215$$

$$\sum_i \sum_j \frac{(X_{ij\bullet})(Y_{ij\bullet})}{n_{ij}} = (12,8)(35,3) + (11,6)(35,1) + \dots + (10,9)(35,5) + (12,5)(37,1) / 4 =$$

$$1000,8215$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})(Y_{ijk}) = (3,2)(8,8) + (3,4)(9,0) + \dots + (3,2)(9,4) + (3,2)(9,5) = 1001,69$$

Perhitungan Jumlah Hasil Kali (JHK):

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = (X_{\dots})(Y_{\dots}) / n_{\dots} = (110,9)(324,6) / 36 = 999,9483$$

$$JHK_S = \sum_i \frac{(X_{i..})(Y_{i..})}{n_{i.}} - FK = 1000,215 - 999,9483 = 0,2667$$

$$JHK_D = \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})(Y_{ij.})}{n_{ij}} - \sum_i \frac{(X_{i..})(Y_{i..})}{n_{i.}} = 1000,8215 - 1000,215 = 0,5975$$

$$JHK_W = \sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijk})(Y_{ijk}) - \sum_i \sum_j \frac{(X_{ij.})(Y_{ij.})}{n_{ij}} = 1001,69 - 1000,8215 = 0,8775$$

Perhitungan Hasil Kali Rata-rata (HKR):

$$HKR_S = JHK_S / DB_S = 0,2667 / 2 = 0,1333$$

$$HKR_D = JHK_D / DB_D = 0,5975 / 6 = 0,0996$$

$$HKR_W = JHK_W / DB_W = 0,8775 / 27 = 0,0325$$

Perhitungan peragam (Cov):

$$Cov_W = HKR_W = 0,0325$$

$$Cov_D = (HKR_D - HKR_W) / k_1 = 0,0671 / 4 = 0,0168$$

$$Cov_S = [HKR_S - (Cov_W + k_2 Cov_D)] / k_3 = [0,1333 - (0,0325 + 4(0,0168))] / 12 = 0,0337$$

4. Langkah IV, perhitungan koefisien korelasi genetik.

Korelasi genetik (r_g) =

$$\frac{4Cov_S}{\sqrt{4\sigma_{S(X)}^2 \cdot 4\sigma_{S(Y)}^2}} = \frac{4(0,0337)}{\sqrt{[4(0,0151)][4(0,0198)]}} = 1,95^*$$

*) Pada contoh ini hanya ditekankan cara perhitungannya, bukan pada nilai dugaannya. Nilai 1,95 tersebut berada di luar selang nilai korelasi genetik ($0 \sim 1$), karena pada contoh hanya digunakan data hipotetik yang jumlahnya sedikit. Seperti halnya nilai dugaan heretabilitas, nilai dugaan korelasi tergantung pada 1) metode pendugaan yang digunakan, 2) jumlah data, dan 3) asal data.

C. Metode Pendugaan Rিপিতাৰিতা

a. Korelasi antar kelas (*interclass correlation*)

Metode korelasi antar kelas digunakan untuk menduga nilai rিপিতাৰিতা sifat dari sekelompok individu, dimana setiap individu hanya mempunyai dua

catatan penampilan dari sifat tersebut. Dicontohkan, ada dua set data laktasi (laktasi I dan laktasi II) sapi perah pada suatu peternakan (Tabel 3.13). Pendugaan nilai riptabilitas dari dua data laktasi tersebut disajikan melalui perhitungan di bawah ini.

Tabel 3.13. Data laktasi I dan II untuk pendugaan nilai riptabilitas dengan metode korelasi antar kelas

Individu	Laktasi I (X, dalam liter)	Laktasi II (Y, dalam liter)	XY
1	3650	4672	17052800
2	3509	4740	16632660
3	4198	5114	21468572
4	5780	6549	37853220
5	3986	5021	20013706
6	6896	6323	43603408
7	6040	6992	42231680
8	4576	5366	24554816
9	4964	4258	21136712
10	5367	6312	33876504
11	6064	5949	36074736
12	6642	6384	42402528
13	5723	5030	28786690
14	5868	6806	39937608
15	4672	4383	20477376
16	4980	6099	30373020
17	4834	6198	29961132
18	4611	4055	18697605
	$\Sigma X = 92360$	$\Sigma Y = 100251$	$\Sigma XY = 525134773$
	$\Sigma X^2 = 490308832$	$\Sigma Y^2 = 573217591$	

$$r = \frac{\Sigma XY - [(\Sigma X)(\Sigma Y) / n]}{\sqrt{[\Sigma X^2 - ((\Sigma X)^2 / n)][\Sigma Y^2 - ((\Sigma Y)^2 / n)]}}$$

Keterangan:

X = Sifat I (data laktasi I)

Y = Sifat II (data laktasi II)

n = Jumlah individu

Dari analisis data di atas diperoleh R= 0,687. Artinya, 69% dari ragam produksi susu sapi betina disebabkan oleh perbedaan antar individu sapi-sapi betina tersebut.

b. Korelasi dalam kelas (*intraclass correlation*)

Metode ini digunakan bila setiap individu mempunyai lebih dari dua data hasil pengukuran/penimbangan produksi. Cara penghitungannya dengan menggunakan analisis ragam sebagaimana disajikan di bawah ini.

Model statistik:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

dimana: Y_{ij} adalah hasil pengukuran yang ke-j pada individu ke-i, μ adalah rata-rata populasi, α_i adalah pengaruh individu ke-i, e_{ij} adalah deviasi lingkungan dari pengukuran ke-j dalam individu ke-i yang merupakan pengaruh lingkungan tidak terkontrol.

Tabel 3.14. Analisis ragam perhitungan riptabilitas dengan metode korelasi dalam kelas

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Kuadrat Tengah Harapan (KTH)
Faktor Koreksi	1	$FK = (Y_{..})^2 / m_{..}$		
Antar Individu (b)	n-1	$JK_b = \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{m_i} - FK$	$KT_b = JK_b / DB_b$	$\sigma_w^2 + k_1 \sigma_b^2$
Pengukuran dalam individu (w)	n (m _. - 1)	$JK_w = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{m_i}$	$KT_w = JK_w / DB_w$	σ_w^2

Keterangan:

n = jumlah individu

m_i = jumlah data penampilan dari individu ke- i

m_{\bullet} = jumlah total data penampilan dari seluruh individu

σ_b^2 = ragam antar individu

σ_w^2 = ragam antar penampilan dalam individu

$$\sigma_w^2 = KT_w$$

$\sigma_b^2 = (KT_b - KT_w)/k_1$ dimana k_1 adalah jumlah data catatan per individu.

Koefisien k_1 menunjukkan jumlah frekuensi pengukuran per individu ternak.

Koefisien $k_1=n$ jika frekuensi pengukuran per individu sama banyak (*balanced design*). Tetapi, bila tidak sama (*unbalanced design*) maka k_1 dihitung dengan rumus:

$$k_1 = \frac{1}{n-1} \left(m_{\bullet} - \frac{\sum m_i^2}{m_{\bullet}} \right)$$

$$\text{Nilai rpitabilitas (r)} = \sigma_b^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_w^2)$$

Contoh 3-5.

Dicontohkan cara perhitungan nilai rpitabilitas dengan menggunakan metode korelasi dalam kelas. Pada Tabel 3.15 disajikan data dari 18 sapi perah, masing-masing mempunyai 3 catatan laktasi.

Tabel 3.15. Data laktasi I, II dan III untuk pendugaan nilai riptabilitas dengan metode korelasi dalam kelas

Individu (n _i)	Laktasi I (X, dalam liter)	Laktasi II (Y, dalam liter)	Laktasi III (Y, dalam liter)	$Y_{i\bullet}$
1	3650	4672	4536	12858
2	3509	4740	4399	12648
3	4198	5114	6088	15400
4	5780	6549	6301	18630
5	3986	5021	4716	13723
6	6896	6323	6897	20116
7	6040	6992	6690	19722
8	4576	5366	5412	15354
9	4964	4258	4824	14046
10	5367	6312	6843	18522
11	6064	5949	6501	18514
12	6642	6384	6922	19948
13	5723	5030	5998	16751
14	5868	6806	7299	19973
15	4672	4383	4446	13501
16	4980	6099	6601	17680
17	4834	6198	6876	17908
18	4611	4055	4348	13014

$m . = 54$ $Y_{..} = 298308$

$$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2 = 1703125086$$

Dari data tersebut, nilai riptabilitas dapat diduga dengan hasil sebagaimana tersaji di bawah ini.

SK	DB	JK	KT
Faktor Koreksi (FK)	1	FK = $(298308)^2 / 54$ = 1647919683	
Antar Individu (b)	$n-1 = 17$	JK _b = $[(12858)^2 + (12648)^2 + \dots + (13014)^2] / 3 - 1647919683$ = 42978999	KT _b = 2528176,4
Pengukuran dalam individu (w)	$n(m-1) = 36$	JK _w = 1703125086 - 1690898681 = 12226205	KT _w = 339622,4

$$\sigma_b^2 = (KT_b - KT_w) / k_1 = (2528176,4 - 339622,4) / 3 = 729518$$

$$r = \sigma_b^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_w^2) = \frac{729518}{729518 + 339622,4} = 0,682.$$

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa sekitar 68% dari ragam produksi susu disebabkan oleh perbedaan antar individu.

III.2.2. Latihan

1. Dari suatu kajian diketahui, terdapat enam pejantan yang masing-masing mengawini 9 induk, tetapi tidak semua induk melahirkan anak, sebagaimana digambarkan dibawah ini:

Pejantan	Jumlah Anak
I	9
II	8
III	6
IV	8
V	9
VI	6

Hitunglah koefisien k_1

Jawab:

$$\text{Koefisien } k_1 = \frac{1}{S-1} \left(n \cdot \frac{\sum n_i^2}{n} \right) = \frac{1}{5} \left(46 - \frac{9^2 + 8^2 + 6^2 + 8^2 + 9^2 + 6^2}{46} \right) = 7,63$$

2. Diketahui bahwa suatu sifat produksi mempunyai h^2 0,25. Apa arti angka 0,25 tersebut?

Jawab:

Keragaman sifat produksi tersebut 25% disebabkan oleh keragaman genetik aditif antar individu dalam populasi dimana data sifat produksi tersebut berasal.

III.3. Penutup

III.3.1. Rangkuman

Parameter genetik dibagi menjadi 3, yaitu heritabilitas, korelasi genetik dan rinitabilitas. Parameter genetik sering digunakan dalam rumus pendugaan nilai pemuliaan dan proses seleksi, sehingga pemahaman tentang parameter genetik sangat penting. Beberapa metode dapat digunakan untuk menduga masing-masing nilai parameter genetik.

III.3.2. Test Formatif

1. Apa yang dimaksudkan dengan heritabilitas?
2. Apa saja yang menyebabkan terjadinya korelasi genetik antar dua sifat?
3. Telah dilakukan analisis data pendugaan nilai korelasi genetik antara panjang shank dengan bobot badan pada ayam. Diketahui bahwa terdapat 10 pejantan yang mengawini 50 betina (nisbah perkawinan 1 : 5). Setiap perkawinan (IB) menghasilkan 8 anak. Berapa derajat bebas pada sumber keragaman yang berasal dari unsur antar pejantan, antar induk dalam pejantan dan antar anak dalam induk?

III.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mempelajari setiap pertanyaan atau soal dan mengerjakannya paling lama 10 menit per pertanyaan. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban test formatif. Kemudian evaluasi, seberapa benar jawaban anda.

$$\text{Derajat pemahaman: (jumlah jawaban betul/ jumlah soal) x 100\%}$$

Kategori derajat pemahaman adalah:

100%	: baik
66,7%	: sedang
33,3%	: kurang
0%	: buruk

III.3.4. Tindak Lanjut

Jawaban atas pertanyaan harus sempurna, jika tidak sempurna maka jawaban dianggap salah. Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 66,7\%$, anda dikatakan baik dalam memahami sub pokok bahasan ini. Jika anda mempunyai derajat pemahaman $66,7\%$, maka anda dikatakan belum memahami sub pokok bahasan ini sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang kedudukan Ilmu Pemuliaan Ternak dan hubungannya dengan ilmu-ilmu lain agar anda dapat memperoleh derajat pemahaman yang lebih tinggi.

III.3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Heritabilitas merupakan ukuran keragaman total yang disebabkan oleh keragaman genetik aditif. Heritabilitas mempunyai 3 pengertian, yaitu 1) mengukur kepentingan relatif antara pengaruh genetik dan lingkungan untuk suatu sifat pada suatu populasi, 2) ukuran yang menunjukkan tingkat kesamaan penampilan antara anak-anak dengan tetuanya, dan 3) ukuran yang menggambarkan hubungan antara nilai penotipik dengan nilai pemuliaan (*Breeding Value*, BV) untuk suatu sifat pada suatu populasi.
2. Ada 2 faktor yang menyebabkan terjadinya korelasi genetik antara 2 sifat, yaitu gen pleiotropi (*pleiotropic gene*) dan gen berangkai (*linked gene*).

3. Derajat bebas (DB) dari sumber antar pejantan = $10-1 = 9$, DB dari sumber antar induk dalam pejantan = $50 -10 = 40$, dan DB dari unsur antar anak dalam induk = $400 - 50 = 350$.

III.4. Daftar Pustaka

- Bakir, G., A. Kaygisiz and H. Ulker. 2004. Estimates of genetic parameters of milk yield in Brown Swiss and Holstein Friesian cattle. *Pakistan J. Biol. Sci.* 7(7):1198-1201.
- Becker, W.A. 1985. *Manual of Quantitative Genetics*. Published by Academic Enterprises, Pullman, Washington.
- Boujenane, I. 2002. Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk production in Moroccan Holstein-Friesian cows. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 55(1):63-67.
- Bourdon, R.M. 1997. *Understanding Animal Breeding*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458.
- Cassell, B. 2001. Using heritability for genetic improvement. Publication No. 404-084. Virginia Cooperative Extension, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Cemal, I. And O. Karaca. 2007. Phenotypic and genetic parameters for litter size in some regional synthetic sheep genotypes: evidence for a major gene effect. *J. Biol. Sci.* 7(1):52-56
- Dalton, D.C. 1980. *An Introduction to Practical Animal Breeding*. The English Language Book Society and Granada London.
- de Jagger, D. and B.W. Kennedy. 1987. Genetic parameters of milk yield and Composition and their relationships with alternative breeding goals. *J. Dairy Sci.* 70:1258-1266.
- Fossceco, S.L. and D.R. Notter. 1995. Heritabilities and genetic correlations of body weight, testis growth and ewe lamb reproductive traits in crossbred sheep. *Anim. Sci.* 60:185-195
- Gregory, K.E., L.V. Cundiff and R.M. Koch. 1995. Genetic and phenotypic (Co)variance for production traits of female population of purebred and composite beef cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2235-2242
- Greiner, S.P. 2002. Crossbreeding for beef cattle. Virginia Publication No. 400-805. Cooperative Extension, Virginia State University.

- He, X. and J. Zhang. 2006. Toward a molecular understanding of pleiotropy. *Genetics*. 173(4):1885-1891.
- Herring, W. and D. Patterson. 1997. *Genetics of the reproduction: Considerations for sire selection*. Agricultural Publications G2039, Department of Animal Science, University of Missouri-Columbia.
- Intaratham, W., S. Koonawootrittriro, P. Sopannarath, H-U. Graser and S. Tumwasorn. 2008. Genetic parameters and annual trends for birth and weaning weights of a northeastern Thai indigenous cattle line. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21(4): 478-483.
- Knights, S.A., R.L. Baker , D. Gianola and J.B. Gibb. 1984. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus cattle. *J. Anim. Sci.* 58:887-893.
- Mandizha, S, S.M. Makuza and F.N. Mhlanga. 2000. Selection responses for milk, fat and protein yield in Zimbabwean Holstein cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13:883-887.
- Massey, M.E. and L.L. Benysheck. 1982. Genetic, phenotypic and environmental correlations among performance traits estimated from Limousin field data. *J. Anim. Sci.* 54:46-50
- Ojango, J.M. and G.E. Pollot. 2001. Genetics of milk yield and fertility traits in Holstein-Friesian cattle on large-scale Kenyan farms. *J. Dairy Sci.* 79:1742-1750.
- Powell, R.L., H.D. Norman and R.M. Elliot. 1981. Different lactation for estimating genetic merit of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 64:321.
- Rasyid, A., M. Sheikhahmad, J. Rostamzadeh and J. N. Shrestha. 2008. Genetic and phenotypic parameter estimates of body weight at different ages and yearling fleece weight in Markhoz goats. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21(10):1395-1403.
- Thrift, F.A., E.U. Dillard, R.R. Shrode and W.T. Butts. 1981. Genetic parameter estimates based on selected and control beef cattle populations. *J. Anim. Sci.* 53:57-61
- Vanimisetti, H.B. 2006. Genetic evaluation of ewe productivity and its component traits in Katahdin and Polypay sheep. PhD Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University
- Van Vleck, L.D., L.R. Cox and S.L. Mirande. 1985. Heritability estimates of milk production from daughter on dam regression by year and management level. *J. Dairy Sci.* 68:2964-2969.

Van Vleck, L.D., E.J. Pollak and E.A.B. Oltenacu. 1987. Genetics for the Animal Sciences. W.H. Freeman and Company, New York.

Wang, A.G., X.H. Mu, X.L. Zhang and T.Y. Chui. 1998. Genetic parameter of backfat depth, growth rate and feed conversion ratio in performance-tested Duroc pigs in Beijing (China). Proceedings, Contributed papers-Vol II. The 8th World Conference on Animal Production, June 28-July 4, 1998. Seoul National University, Seoul, Korea. Page 136-137.

Thrift, F.A., E.U. Dillard, R.R. Shrode and W.T. Butts. 1981. Genetic parameter estimates based on selected and control beef cattle populations. J. Anim. Sci. 53:57-61.

BAB IV. SUB POKOK BAHASAN: PENDUGAAN NILAI PEMULIAAN

IV. 1. Pendahuluan

IV.1.1. Deskripsi Singkat

Nilai pemuliaan (*Breeding Value*) didefinisikan sebagai nilai seekor ternak sebagai tetua (*the value of an individual as a parent*) yang diperoleh dari perkawinan acak. Nilai pemuliaan memberikan gambaran tentang dugaan kemampuan mewariskan sifat.

Bagi pemulia ternak (*animal breeder*), tugas utamanya adalah menentukan seberapa besar keunggulan genetik (dipandang sebagai superioritas atau inferioritas) untuk suatu sifat yang disebabkan oleh efek genetik aditif. Hal tersebut sangat penting karena keunggulan genetik diwariskan tetua kepada anak-anaknya melalui gen yang dimilikinya. Keunggulan genetik dapat diduga pada seekor ternak secara relatif terhadap ternak-ternak lainnya pada kondisi, lingkungan dan waktu yang sama.

Dugaan Nilai Pemuliaan (*Estimated Breeding Value*, EBV) merupakan salah satu istilah yang digunakan untuk menggambarkan keunggulan. Istilah lain yang sering digunakan adalah *Estimated Progeny Difference* (EPD) yang besarnya setengah dari nilai EBV. EPD itu sendiri menjadi nilai dugaan penampilan keturunan yang dibandingkan dengan penampilan keturunan dari individu lainnya pada bangsa yang sama. Dalam hal ini individu-individu pembanding dikenal sebagai *contemporary group*.

IV.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan tentang tatacara melakukan pendugaan nilai pemuliaan ternak. Nilai pemuliaan ternak digunakan sebagai dasar penyeleksian ternak. Ternak-ternak dengan nilai pemuliaan tinggi mempunyai peluang untuk dipertahankan dalam suatu peternakan. Sebaliknya, ternak-ternak yang mempunyai nilai pemuliaan rendah

akan disingkirkan dari peternakan. Oleh karena itu semua ternak yang harus diketahui nilai pemuliaannya..

IV.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat menjelaskan tentang pengaruh keragaman genetik aditif terhadap keragaman fenotipik, dan mampu menjelaskan tentang manfaat nilai pemuliaan ternak dalam proses seleksi .

IV.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menjelaskan tentang arti dan makna nilai pemuliaan.
2. Mahasiswa mampu menulis rumus-rumus dan menghitung pendugaan nilai pemuliaan berdasarkan atas model pengukuran sifat kuantitatif, yaitu pengukuran tunggal, pengukuran berulang dan pengukuran produksi anak.
3. Mahasiswa mampu menulis rumus dan menduga kecermatan seleksi dari masing-masing model pengukuran.

IV.2. Penyajian

IV.2.1. Uraian

A. Pendugaan Nilai Pemuliaan

Pada program seleksi untuk memilih individu-individu ternak yang mempunyai keunggulan genetik tinggi, maka nilai pemuliaan menjadi suatu keharusan untuk diketahui. Keunggulan ternak bukan dilihat dari nilai mutlak hasil pengukuran, tetapi berdasarkan atas hasil perbandingan antara penampilannya dengan penampilan kelompok lainnya.

Nilai pemuliaan ternak diduga dari hasil kali antara pembobot dengan selisih rata-rata penampilan dirinya terhadap penampilan pembandingnya. Besarnya pembobot tergantung pada sumber informasi yang digunakan untuk menduga nilai pemuliaan (lihat Bab 3 tentang sumber informasi untuk pendugaan nilai pemuliaan).

Sebagaimana telah disinggung sebelumnya, bahwa fenotipe (P) individu dipengaruhi oleh faktor genetik (G) dan lingkungan (E).

$$P = G + E + I_{GE} \dots\dots\dots (4.1)$$

I_{GE} atau interaksi antara faktor genetik dan lingkungan diasumsikan nol. Asumsi ini terkait dengan suatu prinsip bahwa seleksi terhadap ternak-ternak harus dilaksanakan pada lingkungan yang sama. Akibatnya, fenotipe merupakan ekspresi dari kemampuan genetik dan pengaruh lingkungannya, yaitu:

$$P = G + E \dots\dots\dots (4.2)$$

Bila berbicara tentang populasi, maka yang terlibat adalah sejumlah individu dalam populasi tersebut. Dengan demikian penggambaran fenotipe bukan dari ternak secara individu, melainkan dari sejumlah individu. Penampilan sifat pada individu satu dengan individu lainnya dalam populasi tidak sama, berarti ada keragaman atas sifat-sifat tersebut, sehingga:

$$\sigma^2_p = \sigma^2_G + \sigma^2_E \dots\dots\dots (4.3)$$

σ^2_G itu sendiri dibedakan atas σ^2_A (ragam yang disebabkan oleh pengaruh gen aditif), σ^2_D (ragam yang disebabkan oleh pengaruh gen dominan) dan σ^2_I (ragam yang disebabkan oleh pengaruh epistasis).

Pada usaha peternakan yang mempunyai tujuan memperoleh keuntungan, sifat yang memperoleh perhatian adalah sifat yang mempunyai nilai ekonomis, dalam hal ini adalah sifat kuantitatif. Sifat ini dipengaruhi oleh aksi gen aditif. Dengan demikian hanya aksi gen aditif yang mempunyai kontribusi terhadap perbedaan nilai pemuliaan. Bagian ragam fenotipik (σ^2_p) yang dikontrol oleh keragaman genetik aditif (σ^2_A) merupakan besaran yang sangat penting dalam pemuliaan ternak.

Pendugaan nilai pemuliaan tidak pernah lepas dengan data-data hasil pengukuran atau pencatatan sifat kuantitatif. Atas dasar data yang diperoleh, nilai pemuliaan-terduga (*Estimated Breeding Value, EBV*) dapat dihitung.

B. Pendugaan Nilai Pemuliaan berdasarkan Model Pengukuran

1. Pengukuran Tunggal Dirinya Sendiri

Pengukuran tunggal dilakukan untuk memperoleh data dari sifat kuantitatif tertentu, misalnya produksi susu dari satu masa laktasi, bobot badan pedet pada waktu lahir, bobot badan pedet waktu sapih, dan sebagainya.

$$EBV = h^2 (P_i - \bar{P}_p) \dots\dots\dots (4.4)$$

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas sifat sebagai pembobot
- P_i : produksi dari catatan tunggal ternak yang sedang dihitung EBV-nya
- \bar{P}_p : rata-rata produksi dari ternak-ternak pembanding (ternak-ternak lain yang memproduksi pada tempat dan waktu yang sama).

Korelasi antara nilai pemuliaan dengan ukuran fenotipik (disimbolkan r_{ap}) sering disebut sebagai kecermatan pendugaan NP. Karena NP digunakan untuk keperluan seleksi maka kecermatan pendugaan NP sering disebut juga sebagai kecermatan seleksi. Kecermatan seleksi untuk pengukuran tunggal $= \sqrt{h^2}$ (4.5)

2. Pengukuran Berulang Dirinya Sendiri

Catatan berulang dapat diperoleh dari seekor ternak, misalnya pada sapi perah adalah laktasi pertama, laktasi kedua dan seterusnya, pada domba adalah produksi wool pencukuran pertama, pencukuran kedua dan seterusnya.

$$EBV = \frac{nh^2}{1+(n-1)R} (\bar{P}_i - \bar{P}_p) \dots\dots\dots (4.6)$$

Keterangan:

- n : jumlah catatan produksi
- h^2 : heritabilitas sifat
- R : rpitabilitas sifat
- \bar{P}_i : rata-rata produksi dari ternak yang sedang dihitung EBV-nya
- \bar{P}_p : rata-rata produksi dari ternak-ternak pembanding (ternak-ternak lain yang memproduksi pada tempat dan waktu yang sama).

Kecermatan seleksi pengukuran berulang =

$$\sqrt{\frac{nh^2}{1+(n-1)R}} \dots\dots\dots (4.7)$$

3. Pengukuran Anak

Catatan produksi anak sering digunakan untuk pendugaan NP tetuanya, terutama bapaknya. Pada sapi perah tampak nyata bahwa seekor pejantan (bapak) tidak dapat diketahui tingkat keunggulannya dalam menghasilkan

susu. Oleh sebab itu satu-satunya cara untuk mengetahui tingkat keunggulan pejantan adalah melalui penampilan anak-anaknya yang betina. Prinsip inilah yang dikenal sebagai Uji Keturunan atau Uji Zuriat atau Progeny Testing.

$$EBV = \frac{0,5nh^2}{1+(n-1)t}(\bar{P}_i - \bar{P}_p) \dots\dots\dots (4.8)$$

Keterangan:

- n : jumlah anak
- h² : heritabilitas sifat
- t : *intraclass correlation*, besarnya = 0,25 h²
- \bar{P}_i : rata-rata produksi dari ternak yang sedang dihitung EBV-nya
- \bar{P}_p : rata-rata produksi dari ternak-ternak pembanding (ternak-ternak lain yang memproduksi pada tempat dan waktu yang sama).

Kecermatan seleksi uji keturunan =

$$\sqrt{\frac{0,25nh^2}{1+(n-1)(0,25)h^2}} \dots\dots\dots (4.9)$$

Penyederhanaan rumus:

Jika h² = 0,25, maka t = 0,0625. Kecermatan seleksi uji keturunan menjadi:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{0,25nh^2}{1+(n-1)(0,25)h^2}} &= \sqrt{\frac{nh^2}{4+(n-1)h^2}} = \sqrt{\frac{0,25n}{4+(n-1)(0,25)}} = \\ &= \sqrt{\frac{n}{16+(n-1)}} = \sqrt{\frac{n}{15+n}} \dots\dots\dots (4.10) \end{aligned}$$

Kecermatan relatif uji keturunan

Tingkat kecermatan relatif uji keturunan biasanya melampaui kecermatan seleksi individu. Kecermatan relatif uji keturunan terhadap seleksi individu sebesar:

$$\left[\sqrt{\frac{0,25nh^2}{1+(n-1)t}} \right] / h = \left[0,5h \sqrt{\frac{n}{1+(n-1)t}} \right] / h =$$

$$0,5 \sqrt{\frac{n}{1+(n-1)(0,25)h^2}} \dots\dots\dots (4.11)$$

IV.2.2. Latihan

1. Seekor induk sapi perah (Tina) baru beranak pertama kali mempunyai produksi susu satu masa laktasi 230 liter diatas rata-rata pembandingnya. Heritabilitas produksi susus = 0,25. Berapakah nilai pemuliaan Tina?

Jawab:

NP Tina dan tingkat kecermatan pendugaan pendugaan NP:

$$EBV_{Tina} = h^2 (P_i - \bar{P}_p) = 0,25 (240) = 60 \text{ liter}$$

$$\text{Kecermatan } (r_{ap}) = \sqrt{h^2} = \sqrt{0,25} = 0,5$$

2. Dari catatan 3 kali laktasi diketahui bahwa seekor induk (Mary) mempunyai rata-rata produksi susu sebesar 260 liter dibawah rata-rata produksi kelompok pembanding. Jika heritabilitas dan ripitabilitas produksi susu masing-masing 0,25 dan 0,50 hitunglah nilai pemuliaan Mary dan kecermatan seleksinya

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{a. } EBV_{Mary} &= \frac{nh^2}{1+(n-1)R} (\bar{P}_i - \bar{P}_p) \\ &= \frac{3(0,25)}{1+(3-1)(0,50)} (-260) \\ &= -97,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{b. Kecermatan} = \sqrt{\frac{nh^2}{1+(n-1)R}} = 0,61$$

IV.3. Penutup

IV.3.1. Rangkuman

Nilai pemuliaan (*Breeding Value*) didefinisikan sebagai nilai seekor ternak sebagai tetua (*the value of an individual as a parent*) yang diperoleh dari

perkawinan acak. Nilai pemuliaan memberikan gambaran tentang dugaan kemampuan mewariskan sifat. Pendugaan nilai pemuliaan didasarkan pada tiga model pengukuran, yaitu 1) pengukuran tunggal dirinya sendiri, 2) pengukuran berulang dirinya sendiri, dan 3) pengukuran anak-anaknya. Nilai pemuliaan digunakan dalam proses seleksi ternak.

IV.3.2. Test Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan nilai pemuliaan?
2. Seekor pejantan (Ringgo) mempunyai 36 ekor anak betina dengan rata-rata produksi susu terstandarisasi (305 hari lama laktasi x 2 kali pemerahan per hari x Setara Dewasa) sebesar 5010 liter. Anak-anak betina dari pejantan-pejantan lain yang berproduksi pada tempat dan waktu yang sama sebanyak 48 ekor dengan rata-rata produksi susu terstandarisasi sebesar 4960 liter. Diasumsikan bahwa heritabilitas produksi susu: 0,25. Hitunglah: a) nilai pejantan Ringgo dan b) kecermatan seleksi uji keturunannya.

IV.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mempelajari setiap pertanyaan atau soal dan mengerjakannya paling lama 10 menit per pertanyaan. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban test formatif. Kemudian evaluasi, seberapa benar jawaban anda.

Derajat pemahaman: $(\text{jumlah jawaban betul} / \text{jumlah soal}) \times 100\%$

Kategori derajat pemahaman adalah:

- | | |
|-------|----------|
| 100% | : baik |
| 66,7% | : sedang |
| 33,3% | : kurang |
| 0% | : buruk |

II.3.4. Tindak Lanjut

Jawaban atas pertanyaan harus sempurna, jika tidak sempurna maka jawaban dianggap salah. Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 66,7\%$, anda

dikatakan baik dalam memahami sub pokok bahasan ini. Jika anda mempunyai derajat pemahaman 66,7%, maka anda dikatakan belum memahami sub pokok bahasan ini sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang kedudukan Ilmu Pemuliaan Ternak dan hubungannya dengan ilmu-ilmu lain agar anda dapat memperoleh derajat pemahaman yang lebih tinggi.

II.3.5. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Nilai pemuliaan (*Breeding Value*) didefinisikan sebagai nilai seekor ternak sebagai tetua (*the value of an individual as a parent*) yang diperoleh dari perkawinan acak dan nilai pemuliaan ini memberikan gambaran tentang dugaan kemampuan mewariskan sifat.

$$\begin{aligned}
 2. \text{ a. } EBV_{\text{Ringgo}} &= \frac{0,5nh^2}{1+(n-1)t} (\bar{P}_i - \bar{P}_P) \\
 &= \frac{0,5(36)(0,25)}{1+(36-1)(0,25)(0,25)} (5010 - 4960) \\
 &= 70,6 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } \text{Kecermatan seleksi uji keturunan} &= \sqrt{\frac{0,25nh^2}{1+(n-1)(0,25)h^2}} = \\
 &= \sqrt{\frac{0,25(36)(0,25)}{1+(36-1)(0,25)(0,25)}} = 0,84
 \end{aligned}$$

IV.4. Daftar Pustaka

- Dunlop, A.A. 1962. Interaction between heredity and environment in the Australian Merino. I. Strain x location interactions in wool traits. *Aust. J. Agric. Reserach.* 13:503-531.
- El-Gendy, E.A., M. K. Nassar and A. Mostagger. 2007. Genotype-environment interaction to heat tolerance in chickens. 2. Variation in juvenile growth of warm regions' oriented breeds. *Int. J. Poultry Sci.* 6(5):322-328.
- Hargrove, G., D.A. Mbah and J.L. Sosenberger. 1981. Genetic and environmental influence on milk and milk component production. *J. Dairy Sci.* 64:1593-1597.

Lasley, J.F. 1978. Genetics of Livestock Improvement. Third Edition. Prentice-Hall of India, Private Limited, New Delhi-110001.

Nauta, W.J., R.F. Veerkamp, E.W. Brascamp and H. Bovenhuls. 2006. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. J. Dairy Sci.89:2729-2737.

Pani, S.N. and J.F. Lasley. 1972. Genotype x Environment Interactions in Animals: Theoretical Considerations and Review Findings. Research Bulletin 992. University of Missouri-Columbia, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station.

Shinjo, A. 1990. First Course in Statistics. College of Agriculture, University of the Ryukyus, Nishihara-cho, Okinawa, Japan.

BAB V. SUB POKOK BAHASAN: SISTEM PERKAWINAN

V. 1. Pendahuluan

V.1.1. Deskripsi Singkat

Sistem perkawinan pada pemuliaan ternak adalah perkawinan antar ternak baik dalam bangsa maupun antar bangsa dengan tujuan memperoleh keturunan yang menunjukkan tingkat produktivitas tertentu. Sistem perkawinan dibedakan menjadi 2, yaitu: 1) perkawinan antar ternak yang masih mempunyai hubungan kekerabatan (*closebreeding*), dan 2) perkawinan antar ternak yang tidak mempunyai hubungan kekerabatan atau kawin silang (*outbreeding*).

Contoh perkawinan berkerabat adalah silang dalam (*inbreeding*). Makna yang ada pada sistem perkawinan antar ternak yang berkerabat terletak pada derajat hubungan kekerabatan dan nilai koefisien silang dalam dalam. Efek silang dalam dilihat dari sisi genetik ternyata meningkatkan homosigositas yang diunjukkan oleh meningkatnya frekuensi pasangan gen homosigot. Dengan kata lain, efeknya adalah menurunkan heterosigositas.

Beberapa sistem perkawinan yang ada pada sistem perkawinan tidak berkerabat perlu dicermati, mengingat ada perbedaan yang spesifik. Sistem perkawinan yang dimaksud adalah *crossbreeding*, *outcrossing*, *backcrossing* dan *grading up*.

V.1.2. Relevansi

Sistem Perkawinan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan mutu genetik ternak. Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa akan mampu menjelaskan konsep perkawinan antar ternak baik yang berkerabat maupun yang tidak berkerabat. Pemahaman terhadap sistem perkawinan menjadi penting agar pada implementasinya dapat diperoleh ternak dengan derajat heterosigositas yang tinggi atau dapat menghindari penurunan kualitas penampilan karena adanya homosigositas.

V.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat menginterpretasikan derajat hubungan kekerabatan dan nilai silang dalam, serta tujuan persilangan. Pemahaman tentang sistem persilangan dapat mengantarkan mahasiswa mengimplementasikan tenatng model persilangan yang sesuai untuk komoditas ternak tertentu yang menghasilkan produktivitas tinggi.

V.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menghitung derajat hubungan kekerabatan.
2. Mahasiswa mampu menghitung koefisien silang dalam.
3. Mahasiswa mampu berargumentasi tentang macam sistem persilangan dan contoh-contohnya.

V.2. Peyajian

V.2.1. Uraian

A. Perkawinan antar Ternak yang Berkerbat

Perhitungan Hubungan Kekerabatan dan Koefisien Silang Dalam

1. Koefisien Hubungan Kekerabatan

Koefisien hubungan kekerabatan dihitung dengan rumus:

$$R_{XY} = \frac{\sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^n (1 + F_A) \right]}{\sqrt{(1 + F_X)(1 + F_Y)}} \dots\dots\dots (5.1)$$

Keterangan:

- R_{XY} : Koefisien hubungan kekerabatan antara individu X dengan Y
- n : Jumlah panah yang menghubungkan individu X dengan Y melalui moyang bersama
- F_A : Koefisien silang dalam moyang bersama
- F_X : Koefisien silang dalam individu X
- F_Y : Koefisien silang dalam individu Y

Jika X, Y dan moyang bersama bukan inbred, maka:

$$R_{XY} = \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^n \right] \dots\dots\dots (5.2)$$

Contoh perhitungan koefisien hubungan kekerabatan "saudara kandung"

Silsilah:

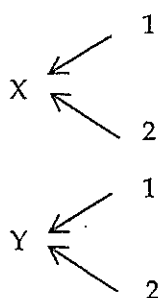
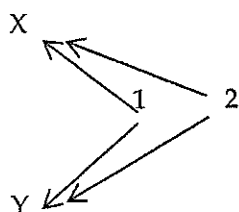


Diagram panah:



Lintasan bebas:

$$X \leftarrow \text{1} \rightarrow Y = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0,25$$

A free path diagram showing a path from X to parent 1 and then to Y. X is on the left, parent 1 is in a circle in the middle, and Y is on the right. An arrow points from X to parent 1, and another arrow points from parent 1 to Y. The equation $= \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0,25$ is to the right.

$$X \leftarrow \text{2} \rightarrow Y = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0,25$$

A free path diagram showing a path from X to parent 2 and then to Y. X is on the left, parent 2 is in a circle in the middle, and Y is on the right. An arrow points from X to parent 2, and another arrow points from parent 2 to Y. The equation $= \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 0,25$ is to the right.

Jadi, hubungan kekerabatan saudara kandung antara X dengan Y
 $(R_{XY}) = 0,25 + 0,25 = 0,50$

2. Koefisien Silang Dalam

Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien silang adalah:

$$F_X = \frac{1}{2} \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^n (1 + F_A) \right] \dots\dots\dots (5.3)$$

Keterangan:

- F_X : Koefisien silang dalam untuk individu X
- n : Jumlah generasi yang dihitung dari moyang bersama (*common ancestor*) sampai dengan pejantan (bapak) dan induk dari individu X
- F_A : Koefisien silang dalam untuk moyang bersama

Jika moyang bersama bukan *inbred*, maka:

$$F_X = \frac{1}{2} \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^n \right] \dots\dots\dots (5.4)$$

Contoh perhitungan koefisien silang dalam untuk "perkawinan antar saudara tiri"

Silsilah:

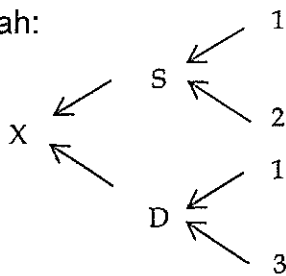
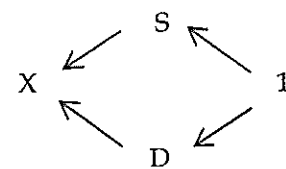
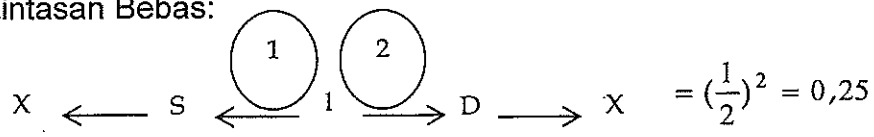


Diagram Panah:



Lintasan Bebas:



Jadi, koefisien silang dalam pada perkawinan antar saudara tiri adalah

$$F_x = \frac{1}{2}(0,25) = 0,125$$

B. Perkawinan antar Ternak yang Tidak Berkerabat

Gambaran perkawinan antar ternak yang tidak berkerabat adalah "persilangan". Tujuan persilangan setidaknya ada 4, yaitu:

1. Penggabungan sifat dari bangsa ternak yang disilangkan

Tujuan utama persilangan ini adalah memperoleh *complementarity effect*, yaitu keturunan-keturunan sebagai hasil persilangan memperoleh sifat-sifat unggul yang merupakan gabungan dari sifat kedua tetuanya. Untuk memperoleh *complementarity effect* ini sering disilangkan antara *Bos taurus* dengan *Bos indicus*, dengan sifat-sifat sebagai berikut:

2. Pembentukan bangsa baru

Beberapa bangsa sapi yang sekarang ini berkembang merupakan hasil persilangan antara dua atau lebih bangsa. Upaya membentuk bangsa baru ini dilaksanakan manakala ingin memperoleh sifat-sifat baru yang spesifik dan adaptif dengan wilayah tertentu. Bangsa sapi yang merupakan hasil persilangan antara *Bos taurus* dengan *Bos indicus* adalah:

- Santa Gertrudis, mengandung 3/8 darah Brahman dan 5/8 Shorthorn.
- Brangus, mengandung 3/8 darah Brahman dan 5/8 Aberdeen Angus.
- Beefmaster, hasil persilangan tiga bangsa yaitu Brahman, Hereford dan Shorthorn.

3. Pemanfaatan efek heterosis

Heterosis (*hybrid vigor*) dibedakan menjadi 2, yaitu *Individual Heterosis* (IH) dan *Maternal Heterosis* (MH). Istilah IH digunakan pada persilangan antara dua bangsa, didefinisikan sebagai perbedaan penampilan antara individu-individu hasil persilangan resiprokal (*crossbred*) dengan rata-rata penampilan bangsa tetuanya (*straightbred* atau *purebred*).

Efek IH dipresentasikan dalam satuan unit dan persen. Bila disilangkan antara 2 bangsa dasar, yaitu antara bangsa A dengan bangsa B, maka keturunannya adalah AB. Perhitungan efek IH menjadi:

$$\text{EIH (dalam unit)} = \frac{\frac{1}{2}(\overline{AB} + \overline{BA}) - \frac{1}{2}(\overline{AA} + \overline{BB})}{\frac{1}{2}(\overline{AA} + \overline{BB})} \dots\dots\dots (5.5)$$

$$\text{EIH (dalam \%)} = \frac{\frac{1}{2}(\overline{AB} + \overline{BA}) - \frac{1}{2}(\overline{AA} + \overline{BB})}{\frac{1}{2}(\overline{AA} + \overline{BB})} \times 100 \dots\dots\dots (5.6)$$

4. Pengembangan Bangsa atau Strain Komposit

Kawin silang dapat juga digunakan untuk pengembangan bangsa atau strain campuran (*composite strain*) dengan cara menggabungkan sifat-sifat unggul yang dimiliki oleh tiap-tiap bangsa/strain. Efek heterosis dimiliki oleh strain komposit, besarnya tergantung dari jumlah strain yang digunakan. Bila ada *N* strain, maka efek heterosis pada strain komposit sebesar $[1-(1/N)]$ kali rata-rata heterosis pada F_1 .

V.2.2. Latihan

1. Hitunglah koefisien hubungan kekerabatan antara saudara tiri!
2. Hitunglah koefisien silang dalam untuk perkawinan saudara kandung!
3. Jelaskan tentang *complementarity effect* pada persilangan sapi potong!
4. Berikan contoh bangsa sapi potong dan sapi perah yang sering digunakan untuk persilangan.

V.3. Penutup

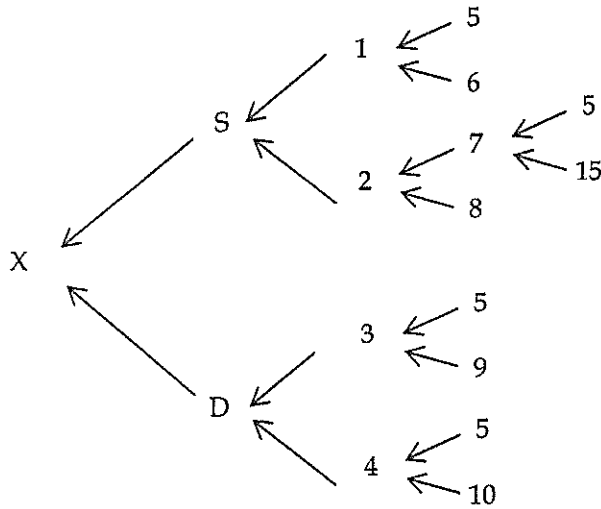
V.3.1. Rangkuman

1. Sistem perkawinan dibagi menjadi dua, yaitu perkawinan antar ternak berkerabat dan antar ternak tidak berkerabat.
2. Koefisien hubungan kekerabatan dan koefisien silang dalam mencirikan kedekatan kekerabatan dalam silsilah keluarga.

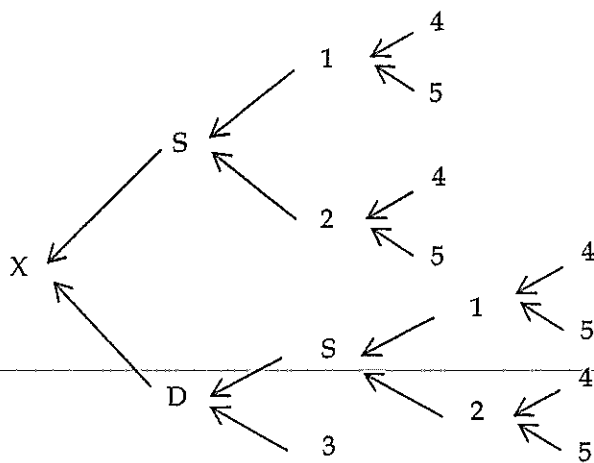
3. Tujuan persilangan ada 4, yaitu penggabungan sifat tetua, pembentukan bangsa baru, pemanfaatan heterosis dan pengembangan bangsa atau strain komposit.

V.3.2. Test Formatif

1. Hitunglah koefisien hubungan kekerabatan X-5 pada sililah di bawah ini:



2. Hitunglah koefisien silang dalam (Fx) pada sililah di bawah ini:



3. Tunjukkan bagaimana cara memperoleh komposisi darah sapi Santa Gertrudis yang mengandung 3/8 darah Brahman dan 5/8 Shorthorn.

V.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mengerjakan setiap soal paling lama 20 menit untuk setiap soal. Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban test formatif. Kemudian,

hitunglah jawaban yang benar. Anda dapat mengukur kemampuan memahami materi pada sub pokok bahasan ini dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Derajat pemahaman: (jumlah jawaban betul/ jumlah soal) x 100\%}$$

Katagori derajat pemahaman adalah:

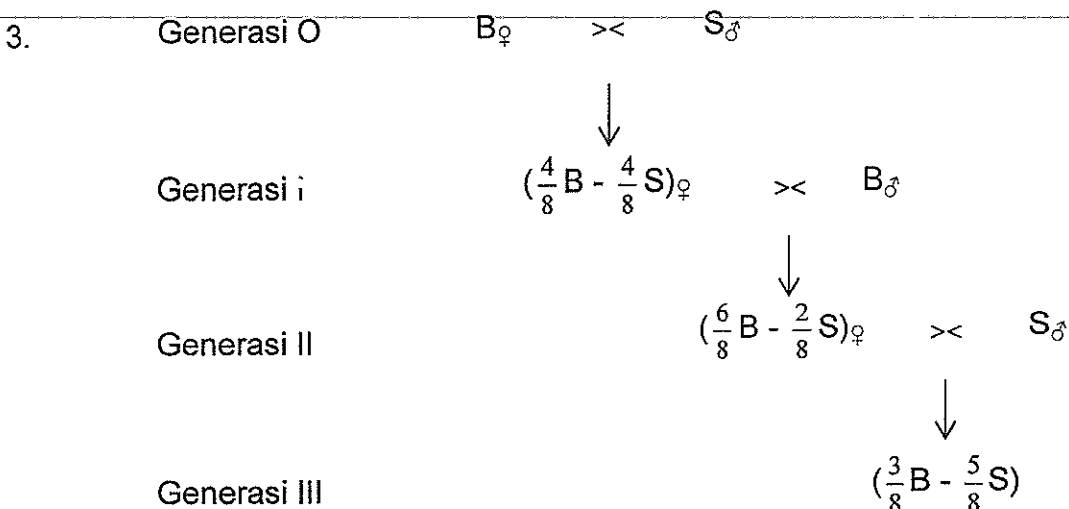
- 100% : baik
- 67% : sedang
- 33% : kurang
- 0% : buruk

V.3.3. Tindak Lanjut

Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 67\%$, anda dikatakan cukup memahami. Jika anda mempunyai derajat pemahaman $< 67\%$ maka anda dikatakan belum memahami sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang sistem perkawinan dan terus mencoba test formatif sampai memperoleh derajat pemahaman $\geq 67\%$.

V.3.4. Kunci Jawaban Test Formatif

1. $R_{X-5} = 0,4183$
2. $F_x = 0,313$



V.4. Daftar Pustaka

- Bourdon, R.M. 1997. Understanding Animal Breeding. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ 07458.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Lasley, J.F. 1978. Genetics of Livestock Improvement. Third Edition. Prentice-Hall of India, Private Limited, New Delhi-110001.
- Pattie, W.A, H. Martojo, L. Iniques and S. Suprptini Mansjoer. 1990. Second Workshop in Animal Breeding on Use of Computer Programs in Animal Breeding. Bogor, 30 Juli-11Agustus 1990. IPB -Australia Project.
- Van Vleck, L.D., E.J. Polak and E.A.B. Oltenacu. 1987. Genetics for the Animal Sciences. W.H. Freeman and Company, New York.
- Warwick, E.J., J.M. Astuti and W. Hardjosubroto. 1984. Pemuliaan Ternak. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

BAB VI. SUB POKOK BAHASAN: SELEKSI

VI.1. Pendahuluan

VI.1.1. Deskripsi Singkat

Seleksi dalam ilmu pemuliaan ternak diartikan sebagai upaya memilih dan mempertahankan ternak-ternak yang “dianggap” baik untuk terus dipelihara sebagai tetua bagi generasi yang akan datang dan mengeluarkan ternak-ternak (*culling*) yang “dianggap” kurang baik. Kata “dianggap” mengandung arti bahwa penampilan ternak merupakan gambaran estimasi dari sifat kuantitatif ataupun kualitatif yang dimiliki ternak. Pada dasarnya data sifat kuantitatif merupakan gabungan antara pengaruh genetik dan lingkungan, bahkan hasil pengaruh interaksi antara genetik dengan lingkungan. Kapasitas genetik untuk sifat kuantitatif tertentu secara pasti tidak diketahui. Oleh karena itu kata “dianggap” digunakan untuk menggambarkan kapasitas sifat yang dimaksud.

VI.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub bab pokok bahasan ini mahasiswa mampu menjelaskan tentang definisi seleksi dan metode-metode seleksi untuk melaksanakan pemilihan ternak. Pemahaman tentang seleksi pada ternak sangat penting karena pelaksanaannya tergantung pada jenis sifat dan jenis komoditas ternak.

VI.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat menjelaskan tentang sumber informasi yang dapat digunakan untuk melaksanakan seleksi, membedakan seleksi sifat tunggal dan sifat ganda dan berbagai metode untuk memilih ternak unggul.

VI.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menyebutkan dan menjelaskan sumber informasi untuk seleksi.

2. Mahasiswa mampu menuliskan rumus untuk mengetahui respon seleksi per tahun dan respon seleksi per generasi.
3. Mahasiswa mampu menuliskan rumus dan menghitung selang generasi.
4. Mahasiswa mampu menuliskan rumus untuk menghitung respon terkorelasi terhadap seleksi.

VI.2. Penyajian

VI.2.1. Uraian

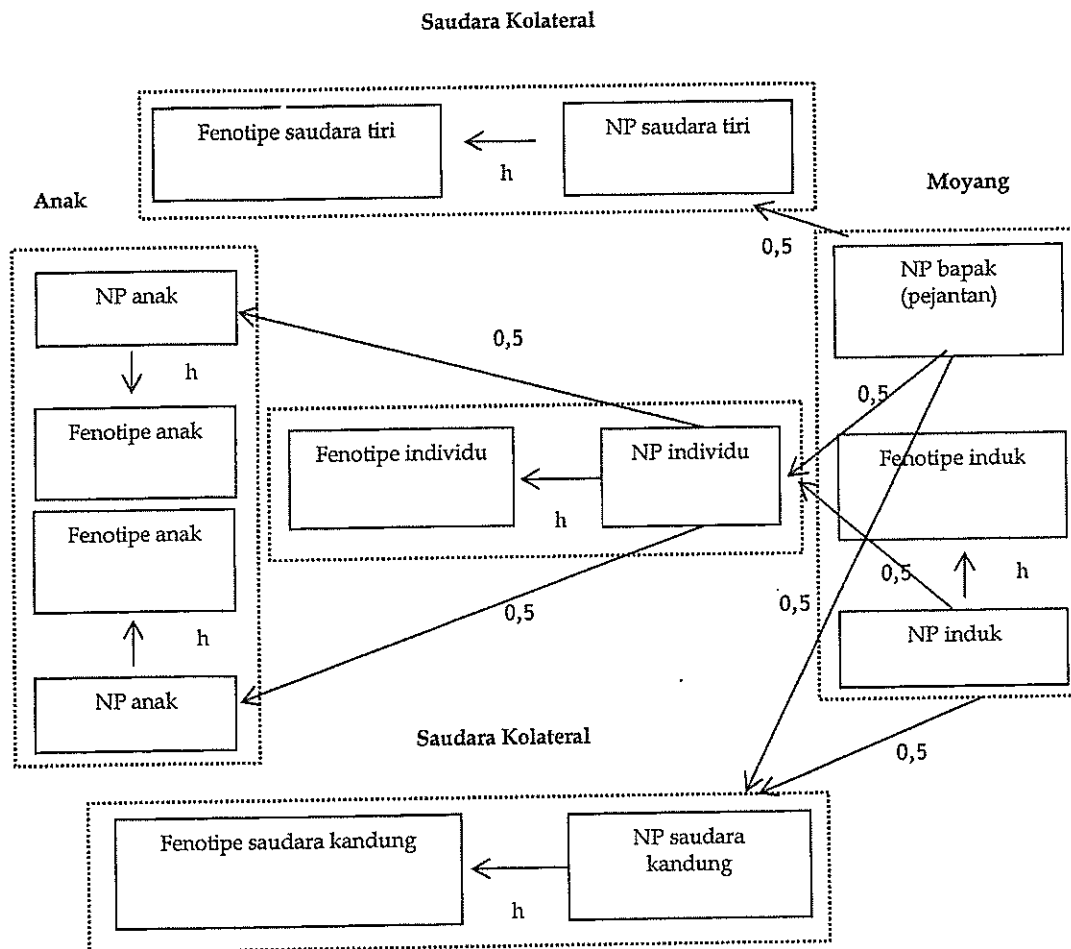
A. Macam Seleksi

Berdasarkan prosesnya, seleksi dibedakan menjadi 2 yaitu seleksi alam dan seleksi buatan. Pada seleksi alam ada kekuatan yang secara alami bertanggungjawab terhadap proses yang menentukan individu-individu ternak dapat bertahan pada lingkungan tertentu. Oleh karena itu ternak-ternak yang dapat beradaptasi dengan lingkungan dimana mereka tinggal pada akhirnya dapat mempertahankan hidup dan berkembang biak di lingkungan tersebut. Seleksi ini lepas dari campur tangan manusia. Pada umumnya seleksi alam terjadi pada hewan yang hidup di alam bebas.

Seleksi buatan merupakan kebalikan dari seleksi alam, karena pada prosesnya seleksi ini melibatkan campur tangan manusia. Manusia memilih ternak-ternak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukannya. Ternak terpilih merupakan ternak yang dianggap lebih baik dibandingkan kelompoknya yang hidup dan memproduksi pada tempat dan waktu yang sama. Seleksi ini terjadi pada hewan-piara ataupun ternak-ternak yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.

B. Sumber Informasi untuk Seleksi

Langkah awal pada pelaksanaan seleksi adalah tersedianya informasi tentang keunggulan ternak (selanjutnya dikenal dengan istilah Nilai Pemuliaan, NP atau *Breeding Value*). Mengingat bahwa tujuan perbaikan mutu genetik adalah untuk menghasilkan genotipe sebaik mungkin yang akan lebih mengefisienkan produksi pada lingkungan tertentu, maka langkah untuk mencapai hal tersebut adalah melalui estimasi NP. Sumber informasi yang digunakan untuk mengestimasi nilai pemuliaan ada empat, sebagaimana disajikan pada Gambar 3-1.



Gambar 6.1. Empat sumber informasi untuk mengestimasi nilai pemuliaan.

Pada gambar 6.1. tampak bahwa secara rata-rata 50% atau 0,5 ragam NP keturunan dipengaruhi oleh NP tetuanya. Sementara itu h merupakan akar kuadrat nilai heritabilitas (h^2) yang mempunyai arti bahwa untuk setiap sifat porsi keragaman fenotipe ternak disebabkan oleh nilai NP atau genotipe ternak.

Keempat sumber informasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ternak itu sendiri

Sumber informasi yang dipertimbangkan adalah fenotipe ternak itu sendiri. Hubungan antara fenotipe dengan nilai pemuliaannya sama dengan akar kuadrat h^2 . Nilai h^2 yang tinggi cukup menjadi sumber informasi untuk

mengestimasi NP. Namun, bila nilai h^2 untuk sifat kuantitatif tertentu ternyata rendah, maka diperlukan sumber informasi lainnya.

2. Keturunan (*progeny*)

Secara alami tidak pernah diketahui gen mana yang diwariskan tetua kepada keturunannya. Makin banyak jumlah keturunan, makin banyak pula ketersediaan informasi yang dapat dimanfaatkan untuk mengestimasi nilai pemuliaan tetuanya. Hubungan antara fenotipe-genotipe setiap anak sebesar 0,5 h. Seleksi berdasarkan penampilan keturunan sering disebut sebagai Uji Keturunan atau Uji Zuriat. Uji keturunan lebih banyak digunakan untuk menyeleksi ternak untuk sifat tertentu dimana sifat tersebut tidak dapat diketahui secara langsung pada ternak tersebut. Misalnya produksi susu yang tidak dapat diukur pada seekor pejantan, sehingga seleksi terhadap keunggulan seekor pejantan dilakukan dengan membandingkan penampilan produksi susu anak-anak betinanya dibandingkan dengan anak-anak betina dari pejantan lain yang berproduksi pada tempat dan waktu yang sama (sebagai pembanding).

3. Moyang (*ancestor*)

Moyang adalah ternak-ternak pada generasi sebelumnya yang berhubungan langsung dengan individu ternak yang menjadi keturunannya. Prinsip penentuan hubungan antara fenotipe tetua dengan genotipe individu yang akan diestimasi NP-nya (dalam hal ini adalah anaknya) mengikuti hubungan tetua-anak.

4. Saudara kolateral

Saudara kolateral meliputi saudara tiri dan saudara kandung. Untuk saudara kandung, hubungan fenotipe saudara kandung dengan fenotipe individu sebesar 0,25 h, sedangkan untuk saudara tiri sebesar 0,5 h.

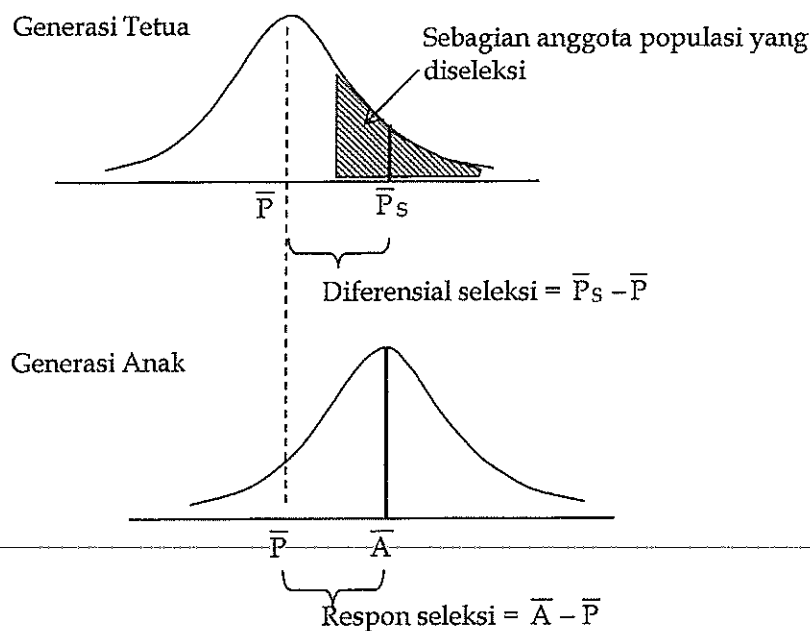
C. Seleksi Satu Sifat dan Respon Seleksi

Seleksi satu sifat atau sifat tunggal (*single-trait selection*) adalah seleksi yang hanya diterapkan untuk memperbaiki satu sifat pada ternak selama ternak itu

hidup. Misalnya pada sapi perah hanya produksi susu atau kadar lemak susu saja, pada sapi potong hanya bobot sapih saja, pada kambing atau domba hanya tipe kembar saja, dan sebagainya. Sifat penting yang menjadi perhatian lebih pada pemuliaan ternak adalah sifat kuantitatif (lihat Bab 2). Bila dilakukan seleksi terhadap sifat kuantitatif, maka akan dapat diketahui kemajuan genetik atas seleksi yang telah dilakukan yang disebut sebagai respon seleksi.

Respon Seleksi per Tahun

Respon seleksi (sering disebut juga sebagai kemajuan genetik) untuk sifat kuantitatif tergantung pada: 1) nilai h^2 sifat yang bersangkutan, dan 2) Diferensial seleksi (DS). Pengertian respon seleksi dan diferensial seleksi dapat lebih dipahami melalui Gambar 3.2.



Gambar 6.2. Gambaran diferensial seleksi dan respon seleksi

Rumus untuk menghitung respon seleksi per tahun:

$$\Delta G/\text{tahun} = h^2 \cdot DS \dots\dots\dots (6.1.)$$

$$\text{dimana } DS = \bar{P}_s - \bar{P} \dots\dots\dots (6.2.)$$

Keterangan:

- ΔG = Respon terhadap seleksi atau kemajuan genetik
- DS = Diferensial seleksi
- \bar{P} = Rataan penampilan pada populasi tetua sebelum seleksi
- \bar{P}_s = Rataan penampilan pada populasi tetua terseleksi
- \bar{A} = Rataan penampilan pada populasi anak

Setelah diketahui rataan penampilan pada generasi anak, maka respon seleksi per tahun menjadi:

$$\Delta G/\text{tahun} = \bar{A} - \bar{P} \dots\dots\dots (3.3.)$$

Contoh 3-1. Perhitungan respon seleksi

Pada suatu populasi ayam ras petelur telah dicatat bahwa bobot telur tetas sebesar $60,2 \pm 6,1$ gram. Pada populasi tersebut diambil sebagian induk yang menghasilkan telur relatif berat dibandingkan lainnya. Telur dari populasi induk hasil seleksi adalah $63,1 \pm 6,9$ gram. Data lain menunjukkan bahwa keturunan induk-induk terseleksi telah menghasilkan telur $61,9 \pm 4,2$ gram. Berapa kemajuan seleksi terhadap bobot telur jika diketahui h^2 sebesar 0,54?

Jawab:

1. Diferensial seleksi = $\bar{P}_s - \bar{P} = 63,1 - 60,2 = 2,9$
2. Respon seleksi per tahun = $h^2 \times DS = 0,54 \times 2,9 = 1,57$ gram.

Respon seleksi per tahun yang dihitung dari penampilan anak = $\bar{A} - \bar{P} = 61,9 - 60,2 = 1,7$ gram

Besarnya DS sering dinyatakan dalam simpangan baku fenotipik. DS yang dinyatakan dalam satuan simpangan baku disebut sebagai intensitas seleksi (i).

$$i = \frac{DS}{\sigma_p} \dots\dots\dots (6.4.)$$

Besarnya proporsi ternak yang dipertahankan dalam suatu populasi dan besarnya intensitas seleksi terkait proporsi tersebut disajikan pada Tabel 6.1. Makin longgar seleksi diberlakukan terhadap sejumlah ternak dari suatu populasi, makin kecil intensitas seleksinya (Gambar 6.3.).

Tabel 6.1. Intensitas seleksi untuk proporsi seleksi tertentu dari suatu populasi ternak

Proporsi Seleksi	Intensitas Seleksi	Proporsi Seleksi	Intensitas Seleksi
0,001	3,400	0,10	1,755
0,002	3,200	0,15	1,554
0,003	3,033	0,20	1,400
0,004	2,975	0,25	1,271
0,005	2,900	0,30	1,159
0,006	2,850	0,35	1,058
0,007	2,800	0,40	0,966
0,008	2,738	0,45	0,880
0,009	2,706	0,50	0,798
0,01	2,660	0,55	0,720
0,02	2,420	0,60	0,644
0,03	2,270	0,65	0,570
0,04	2,153	0,70	0,497
0,05	2,064	0,75	0,424
0,06	1,985	0,80	0,350
0,07	1,919	0,85	0,274
0,08	1,858	0,90	0,195
0,09	1,806	0,95	0,109

Sumber: *Van Vleck et al. (1987)*

Dari rumus 6.4. dapat diketahui DS, yaitu:

$$DS = i \cdot \sigma_P \dots\dots\dots (6.5.)$$

Kemudian, berdasarkan rumus 6.1 dan 6.5., maka respon seleksi menjadi:

$$\Delta G = h^2 \cdot i \cdot \sigma_P \dots\dots\dots (6.6.)$$

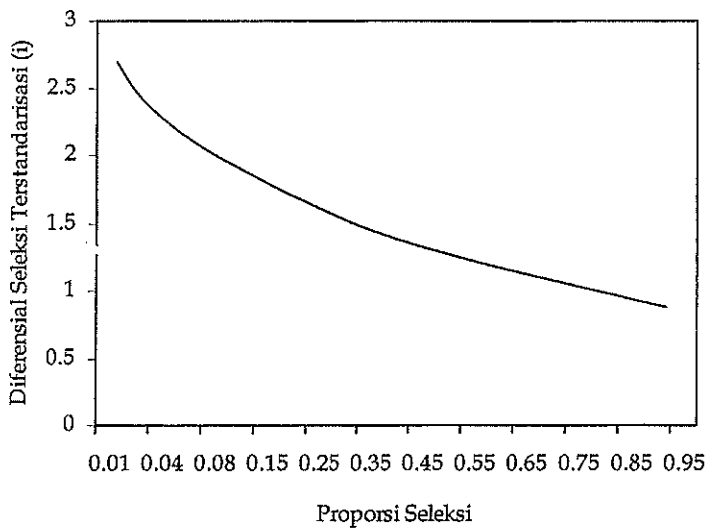
Bila rumus 6.6 dijabarkan lebih lanjut, maka menjadi:

$$\Delta G = h^2 \cdot i \cdot \sigma_P = \frac{\sigma_A \sigma_A}{\sigma_P \sigma_P} \cdot i \cdot \sigma_P = \frac{\sigma_A}{\sigma_P} \cdot i \cdot \sigma_A$$

$$\Delta G = r \cdot i \cdot \sigma_A \dots\dots\dots (6.7)$$

Keterangan:

- ΔG = Respon terhadap seleksi atau kemajuan genetik
- r = Kecermatan atau akurasi seleksi
- i = Intensitas seleksi
- σ_A = Simpangan baku genetik aditif



Gambar 6.3. Hubungan antara proporsi seleksi dengan intensitas seleksi

Kecermatan seleksi tergantung pada catatan produksi yang digunakan dalam analisis keunggulan genetik. Kecermatan seleksi untuk catatan tunggal berbeda dengan catatan berulang, juga berbeda dengan catatan keturunan untuk uji zuriat. Rumus 6.7 sering digunakan untuk menggambarkan keunggulan seekor ternak sebagai akibat seleksi.

Respon Seleksi per Generasi

Respon seleksi per generasi dihitung dengan rumus:

$$\Delta G/\text{generasi} = \frac{h^2 DS}{I} = (r \cdot i \cdot \sigma_A) / I \quad \dots \dots \dots (6.8)$$

Keterangan:

I = interval generasi, komponen rumus lainnya telah dijelaskan pada rumus-rumus sebelumnya.

Yang dimaksudkan dengan interval generasi (I) adalah rata-rata umur tetua pada saat anak-anaknya lahir. Seringkali pada suatu peternakan yang memelihara ternak besar (misalnya sapi), terdapat kelompok-kelompok umur baik pada jantan maupun betina. Pada kondisi seperti ini, interval generasi harus dihitung dengan mempertimbangkan kelompok umur, tingkat kesuburan dan sebagainya (lihat Contoh 6.2. dan Contoh 6.3.).

Contoh 6.2.

Pada suatu peternakan sapi potong terdapat 6 kelompok umur sapi betina yang masing-masing diasumsikan beranak dengan jumlah yang sama. Induk paling muda berumur 2 tahun, sedangkan yang tertua berumur 7 tahun. Interval generasi yang dihitung dari sapi betina:

$$I_F = (2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7)/6 = 4,5 \text{ tahun}$$

Pada peternakan yang sama terdapat beberapa pejantan yang penggunaannya 2 tahun. Diasumsikan bahwa jumlah pejantan pada kelompok umur dan tingkat fertilitas adalah sama, dikawinkan pertama kali pada umur 15 bulan. Kelompok umur pejantan adalah 2 tahun dan 3 tahun masing-masing sebanyak 50%.

$$I_M = (2 + 3)/2 = 2,5 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan I_F dan I_M di atas dapat diketahui interval generasi sapi potong pada peternakan tersebut, yaitu:

$$I = [(I_F + I_M)/2] = (4,5 + 2,5)/2 = 3,5 \text{ tahun}$$

Contoh 6.3.

Bila kelompok umur sapi betina berragam, maka perhitungan interval generasi menjadi berbeda. Tabel 6-2. menyajikan struktur umur, tingkat fertilitas induk dan jumlah anak yang dilahirkan. Diasumsikan tingkat kematian induk per tahun 4%.

Tabel 6.2. Struktur umur, jumlah induk, fertilitas dan jumlah anak yang dilahirkan

Umur (tahun)	Jumlah Induk (ekor)	Fertilitas (%)	Jumlah Anak (ekor)
2	62	70	43
3	59	75	44
4	57	80	46
5	55	70	39
6	53	70	37
Jumlah	286		209

Interval generasi dari jalur betina:

$$I_F = [(2 \times 43) + (3 \times 44) + (4 \times 46) + (5 \times 39) + (6 \times 37)] / 209$$
$$= [86 + 132 + 184 + 195 + 222] / 209 = 3,92 \text{ tahun}$$

Sembilan ekor pejantan dikawinkan dengan 286 betina, dipakai selama 3 tahun dengan rincian sebagai berikut:

- 3 ekor umur 2 tahun
- 4 ekor umur 3 tahun
- 2 ekor umur 4 tahun

Bila sembilan pejantan mempunyai tingkat kesuburan yang relatif sama dan diberi kesempatan sama melakukan perkawinan, maka interval generasi dari jalur jantan:

$$I_M = [(2 \times 3) + (3 \times 4) + (4 \times 2)] / 9 = 2,89 \text{ tahun}$$

Jadi, interval generasi sapi potong pada contoh di atas = $[(3,92 + 2,89) / 2] = 3,41$ tahun.

Memaksimalkan Respon Seleksi

Pada program seleksi, dampak yang diharapkan tentu saja respon seleksi atau kemajuan genetik yang relatif tinggi. Berdasarkan persamaan 6.7, ada 4 komponen yang dapat mempengaruhi respon seleksi, yaitu nilai heritabilitas, kecermatan seleksi, intensitas seleksi dan simpangan baku genetik aditif. Respon seleksi yang tinggi dicapai bila nilai heritabilitas, akurasi dan intensitas seleksi relatif tinggi, sedangkan interval generasi relatif rendah. Satu hal yang harus diperhatikan bahwa komponen-komponen tersebut mempunyai batasan alamiah, sebagai contoh interval generasi untuk sapi perah atau sapi potong paling rendah sekitar 3,5 tahun yang tidak dapat dipaksakan lebih rendah lagi; heritabilitas produksi susu sekitar 0,25 yang tidak dapat dipaksakan menjadi lebih besar di atas 0,5.

D. Seleksi Sifat Ganda

Pemahaman terhadap seleksi banyak sifat atau sifat ganda (*multiple-traits selection*) harus diawali dari seleksi terhadap sifat tunggal. Pada kenyataannya seleksi terhadap sifat tunggal relatif jarang dilakukan. Misalnya saja, pemulia ternak (*breeder*) sapi perah menyeleksi sekaligus produksi susu dan kadar lemak susu, pembibit sapi potong menyeleksi bobot lahir, bobot sapih dan bobot umur satu tahun, dan sebagainya.

Tujuan seleksi banyak sifat adalah meningkatkan nilai pemuliaan hasil kombinasi sejumlah sifat (*aggregate breeding value*) pada suatu populasi. Peningkatan nilai pemuliaan pada suatu populasi mengandung arti peningkatan nilai pemuliaan per individu ternak untuk sifat-sifat tertentu. Pemulia ternak dalam mengusahakan ternak sudah menetapkan sifat-sifat yang akan dipertahankan pada ternaknya.

Metode-metode Seleksi Sifat Ganda

1. *Tandem Selection*

Yang dimaksudkan dengan *Tandem Selection* (TS) atau Seleksi Berurutan adalah seleksi yang dilakukan untuk memperoleh keunggulan sifat atas dasar

pencapaian target seleksi (batas seleksi standar yang harus dipenuhi). Bila target untuk satu sifat sudah tercapai, maka seleksi dilanjutkan terhadap sifat lainnya. Untuk dapat mencapai suatu target seleksi bisa melampaui ≥ 1 generasi. Dicontohkan pada sapi potong, sifat-sifat yang akan diseleksi adalah bobot lahir (sifat pertama) dan bobot sapih (sifat ke-2). Dalam pelaksanaannya, untuk dapat memperoleh pedet-pedet yang menunjukkan bobot lahir sesuai dengan standar hanya membutuhkan waktu 1 generasi. Bila target seleksi untuk sifat pertama sudah dicapai, baru kemudian dilanjutkan dengan seleksi sifat ke-2 sampai target yang telah ditetapkan terpenuhi. Pada sapi potong, pada umumnya bobot lahir yang terlalu tinggi tidak begitu direkomendasikan, hal ini untuk menghindari kesulitan lahir. Pertumbuhan yang cepat setelah lahir justru sangat diharapkan.

Pada pelaksanaannya, metode TS ini mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Keuntungannya adalah:

- Tidak begitu banyak membutuhkan ternak untuk keperluan seleksi. Hal ini karena hanya memilih satu sifat saja. Dengan intensitas seleksi relatif ketat, maka pemulia ternak dapat memperoleh ternak-ternak yang menunjukkan penampilan terbaik sesuai dengan kriteria sifat yang diseleksi.
- Tidak begitu banyak memerlukan dana. Hal ini terkait dengan jumlah ternak yang tidak begitu banyak yang diperlukan untuk proses seleksi dan biaya operasional seleksi.

Sementara itu, kekurangan pada metode TS ini adalah diperlukan waktu yang lebih lama untuk memperoleh *aggregate breeding value*. Hal ini karena pada satu generasi hanya bisa diperbaiki satu sifat, padahal untuk memenuhi kriteria seleksi sebagaimana yang ditetapkan oleh pemulia ternak mungkin saja bisa sampai beberapa generasi.

Untuk keperluan seleksi, maka data beberapa sifat yang telah dicatat harus distandarisasi lebih dulu ke arah jenis kelamin tertentu (biasanya jantan), tipe kelahiran (biasanya kelahiran tunggal) dan umur induk saat dewasa. Standarisasi ini sangat penting untuk menghindari bias ragam pada sifat.

2. Independent Culling Level

Metode seleksi *Independent Culling Level* (ICL) sering disebut sebagai metode Penyingkiran Bebas Bertingkat, yaitu metode seleksi yang diberlakukan

terhadap sekelompok ternak berdasarkan atas keunggulan beberapa sifat selama satu masa kehidupan ternak yang diperhitungkan sejak kelahiran sampai dengan kematian (*an animal's life*). Pada metode ICL ini target seleksi ditentukan untuk setiap sifat. Ternak-ternak yang memenuhi syarat untuk setiap sifat diambil, selanjutnya dipertahankan dalam peternakan. Dicontohkan, sekelompok kambing pada suatu peternakan diseleksi untuk dijadikan tetua berdasarkan sifat bobot lahir dan bobot sapih. Diawali dari sekelompok anak (*cempe*), seleksi dilakukan terhadap *cempe-cempe* yang menunjukkan bobot lahir tertentu (sebagai sifat pertama). *Cempe-cempe* yang bobot badannya memenuhi kriteria bobot badan lahir yang sudah ditentukan akan diambil, selanjutnya dipelihara sampai umur sapih. *Cempe-cempe* yang tidak memenuhi kriteria disingkirkan dari peternakan. Pada saat sapih, *cempe-cempe* terpilih pada sifat pertama diseleksi lagi berdasarkan kriteria penampilan bobot saat sapih (sebagai sifat ke-dua). Sejumlah *cempe* yang terpilih selanjutnya dipertahankan dalam peternakan untuk dijadikan sebagai stok pengganti sekaligus tetua yang diharapkan menghasilkan keturunan pada generasi berikutnya dengan bobot badan tinggi baik pada saat lahir maupun sapih.

Metode ICL cukup disukai oleh pemulia ternak karena tingkat kemudahan dalam penggunaannya. Metode ini mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangannya. Secara prinsip, kelebihan metode *Tandem Selection* menjadi kekurangan metode ICL, yaitu:

- Untuk memperoleh ternak-ternak unggul yang memenuhi standar beberapa sifat yang diseleksi dibutuhkan jumlah ternak yang relatif banyak.
- Terkait dengan banyaknya ternak yang harus diseleksi, konsekuensinya adalah membutuhkan dana yang banyak pula yaitu pada awal pelaksanaan seleksi.

Kelebihan metode ICL adalah memerlukan waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan TS. Sebagaimana pada metode TS, data-data yang digunakan untuk keperluan seleksi pada metode ICL harus distandarisasi ke basis tertentu, misalnya pada kambing atau domba standarisasi diarahkan ke jenis kelamin tertentu (biasanya jantan), tipe kelahiran (biasanya kelahiran tunggal) dan umur induk saat dewasa.

3. Index Selection

Metode *Index Selection* (IS) atau seleksi indeks adalah seleksi yang diberlakukan pada ternak dengan menerapkan indeks terhadap sifat-sifat yang menjadi kriteria seleksi. Pendugaan nilai pemuliaan seekor ternak dilakukan dengan menggunakan semua sifat-sifat yang telah dipertimbangkan. Caranya adalah menghitung indeks melalui perkalian “pengukuran tiap sifat” dengan masing-masing faktor pembobotnya, kemudian dijumlahkan. Perlakuan ini berlaku untuk semua ternak pada suatu populasi tanpa terkecuali. Ternak yang dipilih tentunya ternak yang mempunyai indek tinggi. Suatu indeks dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad \dots \dots \dots (6.9)$$

Keterangan:

- I = Indeks seekor ternak
- b = Faktor pembobot
- X = Pengukuran untuk sifat, diekspresikan sebagai selisih dari rata-rata kelompok
- n = Jumlah sifat yang diukur

Perhitungan indeks harus didahului oleh perhitungan pembobot melalui matriks ragam-peragam sebagai berikut:

$$P \cdot b = G \quad \dots \dots \dots (6.10)$$

Untuk menghitung b, maka matrik P harus dipindahkan ke ruas yang berbeda. Susunan matriks baru menjadi:

$$b = P^{-1} \cdot G \quad \dots \dots \dots (6.11)$$

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{VarP}(X_1) & \text{CovP}(X_1 X_2) & \dots & \text{CovP}(X_1 X_n) \\ \text{CovP}(X_2 X_1) & \text{Var P}(X_2) & \dots & \text{CovP}(X_2 X_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{CovP}(X_n X_1) & \text{CovP}(X_n X_2) & \dots & \text{VarP}(X_n) \end{pmatrix}^{-1}$$

$$\begin{pmatrix} \text{VarG}(X_1) & \text{CovG}(X_1 X_2) & \dots & \text{CovG}(X_1 X_n) \\ \text{CovG}(X_2 X_1) & \text{Var G}(X_2) & \dots & \text{CovG}(X_2 X_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{CovG}(X_n X_1) & \text{CovG}(X_n X_2) & \dots & \text{VarG}(X_n) \end{pmatrix}$$

Keterangan:

- P = Matriks fenotipik
- P⁻¹ = Matriks kebalikan (*inverse matrix*) dari matriks P
- G = Matriks genotipik
- b = Vektor faktor pembobot
- VarP(X₁) VarP(X_n) = Ragam fenotipik sifat ke-1 sampai dengan ke-n
- VarG(X₁) VarG(X_n) = Ragam genotipik sifat ke-1 sampai dengan ke-n
- CovP(X₁X₂) CovP(X_nX_{n-1}) = Peragam fenotipik antar sifat
- CovG(X₁X₂) CovG(X_nX_{n-1}) = Peragam genotipik antar sifat

Pada saat ini telah tersedia banyak paket program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan matriks secara lebih cepat untuk menduga nilai b sifat-sifat yang diukur. Bila telah diperoleh b, selanjutnya dilakukan perhitungan menurut rumus 6.9. dengan cara memasukkan data-data yang sudah ada. Ternak-ternak yang menunjukkan indeks lebih tinggi dibandingkan ternak-ternak lainnya dipertimbangkan untuk.

Ragam fenotipik (perhatian kembali rumusnya):

$$\text{VarP}(x_i) = \sigma_{x_i}^2 = \frac{\sum x_i^2}{n-1} = \frac{\sum X_i^2 - [(\sum X_i)^2 / n]}{n-1} \dots\dots\dots (6.12)$$

Peragam fenotipik, dihitung dengan cara = korelasi fenotipik x simpangan baku fenotipik sifat ke-1 x simpangan baku fenotipik sifat ke-2:

$$\text{CovP}(x_1x_2) = r_p(x_1x_2) \cdot \sigma_{x_1} \cdot \sigma_{x_2} \dots\dots\dots (6.13)$$

Ragam genotipik, dihitung dengan cara = heritabilitas sifat ke-i x ragam fenotipik sifat ke-i:

$$\text{VarG}(x_i) = h_{x_i}^2 \cdot \sigma_{x_i}^2 \dots\dots\dots (6.14)$$

Peragam genotipik, dihitung dengan cara = (korelasi genetik antara sifat ke-1 dengan sifat ke-2) x (akar kuadrat hasil perkalian heritabilitas sifat ke-1 dengan heritabilitas sifat ke-2) x (simpangan baku fenotipik sifat ke-1) x (simpangan baku fenotipik sifat ke-2):

$$\text{CovG}(x_1x_2) = r_g(x_1x_2) \cdot \sqrt{h_{X_1}^2 h_{X_2}^2} \cdot \sigma_{x_1} \cdot \sigma_{x_2} \dots\dots\dots (6.15)$$

E. Respon Terkorelasi terhadap Seleksi

Bila diketahui korelasi genetik antar sifat, heritabilitas masing-masing sifat, intensitas seleksi dan simpangan baku fenotipik, maka dapat diduga besarnya perubahan yang menyertai seleksi terhadap salah satu sifat. Perubahan inilah yang disebut sebagai respon terkorelasi, diduga dengan rumus:

$$RT_{2,1} = r_g \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot i \cdot \sigma_{p2} \dots\dots\dots (6.16)$$

Keterangan:

- RT_{2,1} = Respon terkorelasi pada sifat ke-2 yang mengikuti seleksi terhadap sifat ke-1
- r_g = Korelasi genetik antara dua sifat
- h₁ = Akar kuadrat heritabilitas sifat ke-1
- h₂ = Akar kuadrat heritabilitas sifat ke-2
- i = Intensitas seleksi
- σ_{p2} = Simpangan baku fenotipik sifat ke-2

Respon terkorelasi mungkin disebabkan oleh beberapa mekanisme. Pertama, penyebabnya adalah pautan (*linkage*). Jika dua gen utama yang mempengaruhi dua sifat adalah gen yang terpaut (*linked gene*), keduanya seolah-olah seperti satu kesatuan. Akibatnya, bila ada upaya seleksi ke arah satu sifat akan berakibat pada perubahan frekuensi pada sifat yang lain. Dampak pautan ini bersifat sementara, karena ada kemungkinan terjadinya kombinasi baru (*recombination*) pada saat pembentukan individu baru.

Kedua, adanya pengaruh gen pleiotropik (*pleiotropic gene*). Pada prinsipnya yang dimaksudkan dengan gen pleiotropik adalah satu gen yang mempengaruhi lebih dari satu sifat. Contoh adanya pengaruh gen pleiotropi adalah sifat

pertumbuhan mulai dari lahir sampai dewasa. Pada sapi potong, seleksi pada bobot lahir akan berpengaruh nyata pada bobot pada waktu sapih dan bobot pada umur 1 tahun, yang dibuktikan dengan nilai korelasi genetik anatar bobot lahir dengan dua sifat bobot badan tersebut masing-masing 0,60 dan 0,70. Pada sapi perah juga terdapat respon terkorelasi yang negatif, yaitu antara produksi susu dengan persen lemak dalam susu (korelasi genetik – 0,50). Korelasi genetik merupakan ukuran kekuatan hubungan antara nilai pemuliaan (NP) atau *breeding value* satu sifat dengan NP sifat lainnya.

Rumus 6.15. dapat dikembangkan untuk menduga NP sifat ke-2 tanpa harus mengukur secara langsung sifat ke-2 tersebut. Inilah yang merupakan prinsip seleksi tidak langsung. Telah diketahui dari rumus 3.4. bahwa $i = DS / \sigma_P$ sehingga pendugaan NP sifat ke-2:

$$EBV_2 = r_g \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot \frac{DS}{\sigma_{P1}} \cdot \sigma_{P2} \dots\dots\dots (6.17).$$

Contoh 6.. Perhitungan respon terkorelasi

Diketahui data-data sebagai berikut:

- Bobot lahir seekor pedet 38,4 kg dan rata-rata bobot lahir kelompoknya = 34,7 kg
- Simpangan baku bobot lahir = 3,8 kg
- Simpangan baku bobot sapih 16,6 kg
- Korelasi genetik antara bobot lahir dengan bobot sapih = 0,60
- Heritabilitas bobot lahir dan bobot sapih masing-masing 0,4 dan 0,3

~~NP sifat ke-2 adalah $EBV_2 = (0,60) (0,63) (0,55) [(3,7)/3,8] (16,6) = 3,4$ kg.~~

Artinya bahwa dengan bobot lahirnya, pedet tersebut mempunyai NP bobot sapih 3,4 kg di atas rata-rata kelompoknya.

VI.2.2. Latihan

1. Jelaskan, apa yang dimaksudkan dengan seleksi?
2. Sebutkan dan jelaskan macam seleksi dilihat dari prosesnya
3. Sebutkan sumber informasi yang dapat digunakan untuk proses seleksi.

VI.3. Penutup

VI.3.1. Rangkuman

Seleksi merupakan salah cara untuk meningkatkan mutu genetik ternak. Seleksi untuk memilih ternak didasarkan atas empat sumber informasi, yaitu 1) dirinya sendiri, 2) keturunannya, 3) silsilah moyangnya, dan 4) saudaranya. Seleksi terhadap satu sifat relatif lebih sederhana dibandingkan dengan seleksi terhadap banyak sifat.

VI.3.2. Test Formatif

1. Apa saja yang mempengaruhi besarnya respon seleksi per generasi?
2. Bila intensitas seleksi semakin besar, apa dampaknya terhadap hasil seleksi?
3. Sebutkan metode seleksi yang diterapkan untuk sifat ganda (multi trait)?

VI.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mempelajari setiap pertanyaan atau soal dan mengerjakannya paling lama 10 menit per pertanyaan. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban test formatif. Kemudian evaluasi, seberapa benar jawaban anda.

Derajat pemahaman: $(\text{jumlah jawaban betul} / \text{jumlah soal}) \times 100\%$

Kategori derajat pemahaman adalah:

- | | |
|-------|----------|
| 100% | : baik |
| 66,7% | : sedang |
| 33,3% | : kurang |
| 0% | : buruk |

VI.3.4. Tindak Lanjut

Jawaban atas pertanyaan harus sempurna, jika tidak sempurna maka jawaban dianggap salah. Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 66,7\%$, anda dikatakan baik dalam memahami sub pokok bahasan ini. Jika anda mempunyai

derajat pemahaman 66,7%, maka anda dikatakan belum memahami sub pokok bahasan ini sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang kedudukan Ilmu Pemuliaan Ternak dan hubungannya dengan ilmu-ilmu lain agar anda dapat memperoleh derajat pemahaman yang lebih tinggi.

VI.3.4. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Yang mempengaruhi besarnya respon seleksi per generasi adalah: 1) besar-kecilnya heritabilitas, 2) besar-kecilnya deferensial seleksi, dan 3) panjang-pendeknya selang generasi.
2. intensitas seleksi memberikan gambaran tentang keketatan seleksi. Bila intensitas seleksi makin besar, maka seleksi makin ketat, akibatnya jumlah yang terpilih makin sedikit. Artinya, ternak yang terpilih makin baik.
3. Metode yang dapat diterapkan untuk melakukan seleksi terhadap sifat ganda adalah 1) Tandem Selection, 2) Independent Culling Level, dan 3) Index Selection.

VI.4. Daftar Pustaka

- Bath, D.L., F.N. Dickenson, H.A. Tucker and R.D. Appleman. 1985. Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, Profits. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Bourdon, R.M. 1997. Understanding Animal Breeding. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458.
- Hogsett, M.L. and A.W. Nordskog. 1958. Genetic-economic value in selecting for egg production rate, body weight and egg weight: Part 2. The genetic consequences of selection using an index for egg, body weight and egg production rate. Poultry Sci. 37:1412-1419
- Lohuis, M.M. 1997. Maximizing genetic progress. Holstein Canada Strategies Conference. January 23-24, 1997, Laval, P.Q.
- Pattie, W.A, H. Martoyo, L. Iniques and S. Supraptini Mansjoer. 1990. Second Workshop in Animal Breeding on Use of Computer Programs in Animal Breeding (IPB -Australia Project).
- Van Vleck, L.D., E.J. Pollak and E.A.B. Oltenacu. 1987. Genetics for the Animal Sciences. W.H. Freeman and Company, New York.

BAB VII. SUB POKOK BAHASAN: PROGRAM SELEKSI TERNAK RUMINANSIA BESAR

VII. 1. Pendahuluan

VII.1.1. Deskripsi Singkat

Program pembibitan ternak unggas di Indonesia berkembang sangat pesat. Banyak perusahaan yang telah mengusahakan dan memasarkan bibit ayam unggul dengan spesifikasi tertentu sebagai *trade mark* perusahaan. Perkembangan yang pesat tersebut disebabkan waktu dan biaya untuk memperoleh bibit ayam unggul relatif lebih singkat dan murah dibandingkan ternak ruminansia. Program pemuliaan pada ternak ruminansia untuk memperoleh ternak unggul memerlukan waktu lama dan biaya yang sangat besar. Hal ini disadari mengingat 1) selang generasi pada ternak ruminansia cukup lama, misalnya pada ruminansia besar (sapi, kerbau) sekitar 4,5 tahun, 2) untuk memperoleh beberapa ekor bibit unggul diperlukan sejumlah populasi dasar yang cukup banyak, 3) memerlukan biaya pemeliharaan yang tidak kecil. Dengan mencermati bahwa kebutuhan daging dan susu oleh masyarakat cukup tinggi, maka dalam upaya memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan peningkatan produktivitas ternak ruminansia, salah satu cara adalah melalui seleksi pada program pembibitan.

VII.1.2. Relevansi

Setelah mempelajari sub pokok bahasan ini mahasiswa akan mampu menjelaskan cara-cara meningkatkan produktivitas ternak ruminansia melalui program pemuliaan yang terencana. Langkah-langkah dalam penentuan nilai pemuliaan ternak (*breeding value*) terhadap setiap individu ternak dalam suatu populasi harus runut dan benar agar tidak terjadi bias. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keragaman sifat kuantitatif pada suatu komoditas ternak harus dieliminasi melalui penggunaan faktor koreksi. Penggunaan faktor koreksi ini berbeda untuk masing-masing komoditas ternak, misalnya untuk sapi potong berbeda dengan sapi perah, berbeda pula untuk ruminansia kecil (kambing ataupun domba).

VII.1.3. Standar Kompetensi

Mahasiswa dapat membakukan produksi (standarisasi) melalui penerapan faktor koreksi secara benar sehingga pada program seleksi tidak terjadi bias. Artinya, ternak terpilih merupakan cerminan ekspresi kapasitas genetiknya, karena faktor lingkungan telah diminimalkan. Pemahaman tentang arti dan pentingnya standarisasi produksi bermanfaat dalam proses penyeleksian ternak.

VII.1.4. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mampu menerapkan penggunaan faktor koreksi.
2. Mahasiswa mampu menduga nilai pemuliaan ternak
3. Mahasiswa mampu memilih ternak-ternak yang bermutu genetik tinggi dalam populasi dimana ternak tersebut berasal.

VII.2. Peyajian

VII.2.1. Uraian

A. Pemuliaan Sapi Perah

A.1. Sistem Pencatatan

Syarat utama program pemuliaan sapi perah adalah adanya kegiatan pencatatan (*recording*). Pelaksanaan pencatatan pada usaha sapi perah dimaksudkan untuk memberikan keterangan yang terperinci mengenai keadaan ternak secara individual dan keadaan peternakan secara keseluruhan. Tanpa adanya program pencatatan, yang berarti tidak ada informasi yang dapat disediakan, sangatlah sulit untuk mengembangkan peternakan.

Pada program pencatatan, keterangan-keterangan penting dicatat pada buku induk ataupun pada form lembar pencatatan, dapat juga dikombinasikan antara keduanya. Saat ini pencatatan sudah dilakukan secara komputerisasi. Keterangan atau informasi penting yang harus dicatat adalah:

1. Identifikasi ternak berdasarkan nama atau nomor kode,
2. Silsilah ternak,

3. Tanggal perkawinan, tanggal kelahiran, tanggal beranak dan tanggal pengeringan,
4. Produksi susu,
5. Keadaan reproduksi dan penyakit,
6. Kebutuhan pakan,

Pencatatan mengenai keterangan-keterangan di atas hendaknya sederhana, lengkap, teliti, mudah dimngerti dan memerlukan waktu yang singkat pada waktu pencatatannya.

A.2. Pendugaan Produksi Susu

Pada usaha peternakan sapi perah yang sudah maju, pencatatan produksi susu tidak dilakukan setiap hari, tetapi dilakukan secara berkala, misalnya seminggu sekali, dua minggu sekali, ataupun sebulan sekali. Pencatatan berkala ini mempunyai tujuan, yaitu untuk efisiensi usaha.

Catatan sebulan sekali dapat digunakan untuk menduga produksi susu satu masa laktasi. Hasil beberapa penelitian tentang pendugaan produksi dengan menggunakan metode yang berbeda, ternyata catatan sebulan sekali mempunyai akurasi yang tinggi untuk menduga produksi susu sebenarnya (satu masa laktasi).

A.2.1. Metode Pendugaan Produksi Susu

A.2.1.1. Simplified Method, SM (Metode yang Disederhanakan)

- a. Berdasarkan produksi susu yang dianggap sama untuk satu periode bulanan.

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^{10} b_i \cdot y_i \quad \dots\dots\dots (7.1)$$

Keterangan:

\hat{Y} = produksi susu dugaan

b_i = jumlah hari pada bulan pencatatan yang ke-i

y_i = produksi susu hasil pencatatan pada bulan ke-i

Contoh 7.1:

Suatu peternakan sapi perah melakukan pencatatan produksi susu setiap tanggal 7. Sapi Inem beranak pada tanggal 15 Agustus 2008 dan kering kandang tanggal 24 Juni 2009. Pada awal laktasi, sekitar 4 hari pertama produksi susu tidak dihitung karena masih mengandung kolustrum. Perhitungan produksi susu dimulai tanggal 20 Agustus 2008.

Bulan Pencatatan yang ke-	Tanggal dan Bulan Pencatatan	Jumlah Hari	Produksi Susu Dua Kali Pemerahan Pagi dan Sore (liter)
I	7 September 2008	30	9
II	7 Oktober 2008	31	18
II	7 Nopember 2008	30	16
IV	7 Desember 2008	31	16
V	7 Januari 2008	31	14
VI	7 Februari 2008	28	11
VII	7 Maret 2008	31	8
VIII	7 April 2008	30	6
IX	7 Mei 2008	31	6
X	7 Juni 2008	30	4

Produksi susu dugaan satu masa laktasi sapi Inem dihitung sebagai berikut:

Bulan I	:	30 x 9	=	270
Bulan II	:	31 x 18	=	558
Bulan III	:	30 x 16	=	480
Bulan IV	:	31 x 16	=	496
Bulan V	:	31 x 14	=	434
Bulan VI	:	28 x 11	=	308
Bulan VII	:	31 x 8	=	248
Bulan VIII	:	30 x 6	=	180
Bulan IX	:	31 x 6	=	186
Bulan X	:	30 x 4	=	120

Jadi, produksi susu dugaan (\hat{Y}) = 270 + 558 ++ 120 = 3280 liter

b. Berdasarkan lama laktasi

$$\hat{Y} = R \left(\frac{\sum_{i=1}^{10} y_i}{10} \right) \dots\dots\dots (7.2)$$

Keterangan:

\hat{Y} = Produksi susu dugaan ; R = Lama laktasi

y_i = Produksi susu hasil pencatatan pada bulan ke-i

Contoh 7.2:

Data diambil dari Contoh 7.1. Lama laktasi dihitung mulai tanggal 20 Agustus 2008 sampai dengan 24 Juni 2009 = 309 hari.

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= 309 [(9 + 18 + 16 + 16 + 14 + 11 + 8 + 6 + 6 + 4)/10] \\ &= 309 (108/10) \\ &= 3337,2 \text{ liter} \end{aligned}$$

A.2.1.2. Test Interval Method, TIM (Metode Pencatatan Berselang)

Periode yang diestimasi adalah satu hari setelah tanggal pencatatan bulan ini sampai dengan tanggal pencatatan bulan berikutnya.

Rumus pendugaan:

$$\hat{Y} = \sum_{i=1}^{10} (P / 2)(y_i + y_{i+1}) \dots\dots\dots (7.3)$$

Keterangan :

\hat{Y} = Produksi susu dugaan ; P = Jumlah hari

Pendugaan produksi susu pada bulan I dan bulan terakhir (bisa bulan IX, X ataupun XI) perlu mendapatkan perhatian. Meskipun pada penghitungan terlibat dua bulan pencatatan, namun kadang-kadang hanya terdapat satu catatan. Mengapa demikian? Tidak terdapatnya catatan karena: 1) Pada bulan I tanggal beranak sapi betina terjadi setelah tanggal pencatatan, atau 2) Pada bulan terakhir, tanggal pengeringan terjadi sebelum tanggal pencatatan pada bulan tersebut. Bila hal itu terjadi, maka jumlah hari tidak perlu dibagi 2 (lihat contoh 7.3 pada pendugaan produksi susu bulan I).

Contoh 7.3:

Data diambil dari Contoh 7.1. Periode estimasi dimulai tanggal 20 Agustus 2008 sampai dengan 24 Juni 2009.

Produksi susu dugaan:

Bulan I	: 20 Agt 2008 – 7 Sep 2008	= (19) (9)	= 171
Bulan II	: 8 Sep 2008 – 7 Okt 2008	= (30/2) (9+18)	= 405
Bulan III	: 8 Okt 2008 – 7 Nop 2008	= (31/2) (18+16)	= 527
Bulan IV	: 8 Nop 2008 – 7 Des 2008	= (30/2) (16+16)	= 480
Bulan V	: 8 Des 2008 – 7 Jan 2009	= (31/2) (16+14)	= 465
Bulan VI	: 8 Jan 2009 – 7 Feb 2009	= (31/2) (14+11)	= 387,5
Bulan VII	: 8 Feb 2009 – 7 Mar 2009	= (28/2) (11+8)	= 266
Bulan VIII	: 8 Mar 2009 – 7 Apr 2009	= (31/2) (8+6)	= 217
Bulan IX	: 8 Apr 2009 – 7 Mei 2009	= (30/2) (6+6)	= 180
Bulan X	: 8 Mei 2009 – 24 Jun 2009	= (48/2) (6+4)	= 240

Produksi susu dugaan (\hat{Y}) = 3338,5 liter

*) Ada kelebihan 13 hari setelah pencatatan tanggal 8 Juni 2004

A.2.1.3. Centering Date Method, CDM (Metode Pemusatan Tanggal Pencatatan)

Aturan:

1. Tanggal pencatatan harus tetap per bulannya.

2. Perhitungan jumlah hari untuk suatu bulan pencatatan adalah : (15 hari sebelum tanggal pencatatan) + (1 hari tanggal pencatatan) + (12~15 hari setelah tanggal pencatatan)

Angka 12 digunakan pada bulan dengan jumlah hari 28 yaitu Februari. Angka 13 untuk bulan Februari tahun Kabisat (tahun yang dapat dibagi dengan angka 4). Angka 14 digunakan pada bulan dengan jumlah hari 30, seperti April, Juni dan sebagainya. Sementara itu angka 15 untuk bulan dengan jumlah hari 31, seperti Januari, Maret dan sebagainya. Awal laktasi (pencatatan bulan I) dan akhir laktasi perlu mendapatkan perhatian tersendiri. Ada kemungkinan angka 15 tidak berlaku, karena tergantung pada tanggal beranak dan tanggal pengeringan.

Contoh 7.4.:

Data diambil dari Contoh 7.1. Periode estimasi dimulai tanggal 20 Agustus 2008 sampai dengan 24 Juni 2009.

Produksi susu bulan I:

$$20 \text{ Agt } 08 \sim 6 \text{ Sep } 08 + 7 \text{ Sep } 08 + 8 \text{ Sep } 08 \sim 21 \text{ Sep } 08 = 33 \times 9 = 297$$

Produksi susu bulan II:

$$22 \text{ Sep } 08 \sim 6 \text{ Okt } 08 + 7 \text{ Okt } 08 + 8 \text{ Okt } 08 \sim 22 \text{ Okt } 08 = 31 \times 18 = 558$$

-
-
-

Produksi susu bulan X:

$$23 \text{ Mei } 09 \sim 6 \text{ Jun } 09 + 7 \text{ Jun } 09 + 8 \text{ Jun } 09 \sim 24 \text{ Jun } 09 = 33 \times 4 = 132$$

Produksi susu dugaan (\hat{y}) = hasil penjumlahan 297 + 558 ++ 132

A.3. Standarisasi Produksi Susu

Fenotipe sifat kuantitatif dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, $P = G + E$. Pada sapi perah, faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap penampilan produksi susu. Faktor lingkungan dapat berupa iklim/ cuaca, penyakit, pakan, pengelolaan dan sebagainya. Untuk memilih sapi-sapi unggul, yaitu sapi-sapi yang mempunyai potensi tinggi dalam menghasilkan susu, maka produksi susu harus distandarisi terlebih dulu dengan faktor koreksi tertentu. Tujuan pembakuan adalah untuk mengeliminasi atau meminimumkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi. Dengan demikian, produksi susu yang dihasilkan oleh seekor sapi betina benar-benar cermin kemampuan genetik sapi tersebut. Beberapa faktor yang sering dipertimbangkan adalah lama laktasi, frekuensi pemerahan, umur induk saat beranak dan musim pada waktu sapi beranak.

Sapi-sapi yang memproduksi pada waktu yang hampir bersamaan dikelompokkan sesuai dengan kelompok musim, misalnya musim penghujan dan musim kemarau. Bila jumlah data yang tersedia sangat banyak, maka pengelompokkan waktu produksi dapat dipersempit, misalnya dua bulanan. Karena pengaruh musim atau bulan produksi telah dieliminasi, maka tinggal tiga faktor lainnya yang harus dieliminasi, sehingga rumus umum untuk menghitung produksi susu terstandarisasi adalah:

$$PS_{St} = PS \times FK_{LL} \times FK_{FP} \times FK_{SD} \dots\dots\dots (7.4)$$

Keterangan:

- PS_{St} = Produksi susu terstandarisasi
- PS = Produksi susu satu masa laktasi
- FK_{LL} = Faktor koreksi lama laktasi
- FK_{FP} = Faktor koreksi frekuensi pemerahan
- FK_{SD} = Faktor koreksi setara dewasa

A.4. Seleksi Pejantan

Pejantan mewariskan sifat yang dipunyainya sekitar 50% kepada keturunannya. Karena pejantan tidak menghasilkan susu, maka kemampuan pejantan untuk menghasilkan susu diduga dari produksi susu anak-anak

betinya. Seleksi tetua berdasarkan produksi anak-anaknya inilah yang disebut sebagai Uji Keturunan atau Uji Zuriat atau Progeny Test.

Uji keturunan dapat memberikan pendugaan nilai pemuliaan pejantan meskipun diperlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal untuk memberikan hasil yang memuaskan. Dengan meluasnya penggunaan IB, maka uji keturunan menjadi lebih bernilai setelah semen pejantan unggul dapat digunakan secara luas dalam waktu yang bersamaan.

Rumus umum yang digunakan untuk pendugaan nilai pemuliaan seekor

pejantan adalah $EBV = \frac{0,5nh^2}{1+(n-1)t}(\bar{P}_i - \bar{P}_p)$ sebagaimana dapat dilihat pada

Bab IV. Khusus pada sapi perah terdapat beberapa metode uji keturunan masing-masing mempunyai tingkat kesulitan yang berbeda dalam penggunaannya, misalnya *Contemporary Comparison*, *Improved Contemporary Comparison*, *Modified Contemporary Comparison*, *Cumulative Difference*, *Daughter-Dam Comparison*, *Daughter-Herdmate Comparison* dan *Best Linear Unbiased Prediction*.

Contemporary Comparison (CC) merupakan metode uji keturunan yang relatif mudah digunakan. CC didasarkan pada catatan produksi susu laktasi pertama anak-anak betina dari pejantan yang sedang diuji dibandingkan dengan produksi susu laktasi pertama anak-anak betina dari pejantan lain yang beranak pada peternakan, tahun dan musim yang sama atau disebut sebagai *contemporary* (Mason, 1954).

Rumus pendugaan CC:

$$CC = \frac{\sum w_i [\bar{Y}_i - \bar{Y}_c]}{\sum w_i} \dots\dots\dots (7.5)$$

Keterangan:

- CC : Contemporary Comparison
- w_i : Faktor pembobot = $(n_1 \times n_2) / n_1 + n_2$
- $\sum w_i$: Jumlah anak betina efektif
- n_1 : Jumlah anak betina dari pejantan yang sedang diuji
- n_2 : Jumlah anak betina dari pejantan lain yang berproduksi pada

tempat dan waktu yang sama (*contemporary*)

\bar{Y}_i : Rataan produksi susu anak-anak betina dari pejantan yang diuji

\bar{Y}_c : Rataan produksi susu *contemporary*

Contoh 7.5:

Contoh perhitungan CC didasarkan pada catatan silsilah dan produksi susu di dua peternakan, yaitu PT Lembang dan Surya Dairy Farm tahun 1986-1988. Seekor pejantan dengan nama Piet akan diduga nilai CC-nya.

Periode Produksi	Peter- nakan	Anak		Contemporary		$(\bar{Y}_i - \bar{Y}_c)$	w_i	$w_i(\bar{Y}_i - \bar{Y}_c)$	
		n_1	\bar{Y}_i	n_2	\bar{Y}_c				
86/87	L	1	3007,8	14	3486,9	-479,1	0,93	-0445,56	
87	L	1	3113,0	7	3531,8	-418,8	0,88	-368,54	
87/88	L	4	4185,9	4	2590,6	-404,7	2,00	-809,40	
	SDF	1	6061,5	10	4365,2	1696,3	0,91	1543,63	
88	L	1	2581,3	13	3903,3	-1322,0	0,93	-1229,46	
							$\Sigma w_i =$	5,65	-1309,33

$$CC = (-1309,33)/5,65 = -231,74$$

$$\text{Nilai pemuliaan pejantan Piet} = 2 \times (-231,74) = -463,48$$

Sejumlah pejantan yang ada diuji dengan cara yang sama seperti contoh di atas. Kemudian dilakukan pengurutan keunggulan pejantan berdasarkan nilai CC dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Dengan adanya tabel peringkat keunggulan pejantan, maka peternak atau pengusaha peternakan dapat memilih pejantan terbaik sesuai dengan kebutuhan.

A.5. Seleksi Betina

Tujuan seleksi pada sapi perah betina jangka pendek adalah untuk menghasilkan produksi susu yang optimum dari periode produksi susu satu ke periode produksi susu berikutnya. Pada program seleksi sapi betina, maka semua betina yang sudah berproduksi dapat dilibatkan dalam proses perhitungan nilai

pemuliaan. Produksi susu yang digunakan dalam perhitungan adalah produksi susu terstandarisasi (bukan produksi susu nyata).

Rumus yang digunakan untuk menduga nilai pemuliaan sapi perah betina adalah *Expected Real Producing Ability* (ERPA). Sapi betina yang terpilih dapat dipertahankan untuk menghasilkan produksi susu pada periode produksi berikutnya (laktasi berikutnya).

$$\text{Rumus ERPA} = \frac{nr}{1 + (n-1)r} [\bar{P}_i - \bar{P}_{ih}] \dots\dots\dots (7.6)$$

Keterangan:

- n : Jumlah laktasi (berapa kali beranak)
- r : Ripitabilitas produksi susu
- $[\bar{P}_i - \bar{P}_{ih}]$: Selisih antara produksi susu sapi betina yang sedang diuji dengan produksi susu *herdmatenya*. *Herdmate* adalah sapi-sapi betina lain yang memproduksi pada waktu yang sama

Contoh 7.6.

Dicontohkan perhitungan MPPA untuk 3 ekor sapi perah betina dengan data sebagai berikut:

- Sapi A : tiga laktasi dengan produksi susu masing-masing 340, - 140 dan + 220 liter diatas/dibawah rataan *herdmatenya*.
- Sapi B : satu laktasi dengan produksi susu 360 liter diatas rataan *herdmatenya*.
- Sapi C : dua laktasi dengan produksi susu masing-masing + 400 dan + 620 liter diatas rataan *herdmatenya*.

Ripitabilitas produksi susu diasumsikan 0.5.

Hasil Perhitungan:

$$\text{ERPA untuk sapi A} = \frac{3(0,5)}{1 + (3-1)(0,5)} [(340-170+220)/3] = + 97,5 \text{ liter}$$

$$\text{ERPA untuk sapi B} = 0.5 (360) = + 180 \text{ liter}$$

$$\text{ERPA untuk sapi C} = 0.67 [(400 + 620)/2] = 341,7 \text{ liter}$$

Jadi, peringkat ERPA = C>B>A.

B. Pemuliaan Sapi Potong

B.1. Seleksi Pejantan

Sebagaimana pada sapi perah, seleksi pejantan sangat penting untuk menghasilkan keturunan dengan produktivitas yang tinggi untuk sifat kuantitatif yang sesuai, misalnya bobot lahir, bobot sapih dan sebagainya. Dalam proses seleksi pejantan, langkah yang harus diambil adalah membakukan sifat produksi terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai pemuliaan. Rumus umum yang digunakan untuk menentukan nilai pemuliaan adalah $EBV =$

$$\frac{0,5nh^2}{1 + (n-1)t} (\bar{P}_i - \bar{P}_p) \text{ sebagaimana telah disajikan pada Bab IV.}$$

B.2. Seleksi Calon Pengganti

Calon pengganti atau replacement stock perlu disiapkan oleh pemulia ternak untuk menggantikan tetua yang tidak lagi menunjukkan produktivitas tinggi dan sudah waktunya untuk diganti. Pada sapi potong, pengadaan calon pengganti dilakukan melalui standarisasi beberapa sifat kuantitatif, antara lain:

a. Penyesesuaian bobot badan anak pada umur 205 hari (BB₂₀₅).

Penyesesuaian bobot ini dilakukan mengingat dari sejumlah pedet pada suatu populasi menunjukkan waktu lahir yang berbeda, sehingga waktu sapih pun berbeda. Untuk mengeliminasi faktor perbedaan waktu sapih maka perlu dilakukan pembakuan ke satu tanggal tertentu. Rumus penyesesuaian:

$$BB_{205} = \left[\frac{BN - BL}{USP} \right] \times 205 + BL \quad \dots\dots\dots (7.8)$$

Keterangan:

- BB₂₀₅ : Bobot badan terkoreksi untuk pedet pada umur 205 hari
- BN : Bobot nyata (bobot saat penimbangan, kg)
- BL : Bobot lahir (kg)
- USP : Umur waktu sapih saat dilakukan penimbangan (hari)

Mengingat umur induk mempengaruhi bobot badan pedet, maka bobot badan pedet-pedet yang dilahirkan oleh induk pada umur tertentu harus dikalikan dengan faktor koreksi umur induk (FK_UI) sebagaimana disajikan pada tabel di bawah ini.

Umur Induk (dalam tahun)	Faktor Koreksi
2	1,15
3	1,10
4	1,05
5-10	1.00

Contoh 7.7

Seekor pedet yang bernama David dilahirkan oleh seekor induk yang berumur 3 tahun pada tanggal 2 Januari 2009. Bobot lahir pedet 29 kg, Pedet tersebut disapih pada tanggal 7 Agustus 2009 dengan bobot badan 130 kg. Tentukan, berapa bobot badan pedet pada umur 205 hari?

Jawab:

$$BB_{205\text{David}} = \left[\left(\frac{BN - BL}{USP} \right) \times 205 + BL \right] \times FK_UI =$$

$$\left[\left(\frac{130 - 29}{217} \right) \times 205 + 29 \right] \times 1,10 = 124,4 \text{ kg.}$$

Angka 124,4 kg (bobot badan terkoreksi) inilah yang digunakan untuk proses seleksi. Nisbah bobot sapih (Weaning Weight Ratio, WWR) dapat dihitung untuk memperjelas apakah seekor pedet lebih berat atau lebih ringan bobot sapihnya dibandingkan rata-rata bobot sapih pedet-pedet lain dalam populasi.

$$WWR = \left(\frac{BST}{RBSP} \right) \times 100 \dots\dots\dots (7.9)$$

Keterangan:

- WWR : Weaning Weight Ratio
- BST : Bobot sapih terkoreksi (kg)
- RBSP : Rataan bobot badan terkoreksi dari populasi (kg)

b. Penyesuaian bobot anak umur satu tahun (yearling weight)

Sebagai kriteria seleksi, bobot badan pada umur 1 tahun ditentukan dengan rumus:

$$BB_{365} = \left[\frac{BN - BS}{SUSP} \right] \times 160 + BB_{205} \quad \dots\dots\dots (7.10)$$

Keterangan:

- BB₃₆₅ : Bobot badan terkoreksi untuk pedet pada umur 1 tahun
- BN : Bobot nyata (bobot saat penimbangan, kg)
- BS : Bobot sapih (kg)
- SUSP : Selisih umur antara 1 tahun dengan saat disapih (hari)

Contoh 7.8.

Lanjutan contoh 7.7, pada tanggal 20 Desember 2009 dilakukan penimbangan massal. Pedet David menunjukkan bobot badan 260 kg. Berapa bobot badan terkoreksi pada umur 1 tahun untuk pedet David?

Jawab:

$$BB_{365} = \left[\frac{260 - 130}{135} \right] \times 160 + 124,4 = 278,5 \text{ kg.}$$

B.3. Seleksi Betina

Pada program seleksi sapi potong betina ada beberapa langkah yang harus diperhatikan, yaitu pencatatan sifat kuantitatif untuk bobot lahir (*birth weight*), bobot sapih (*weaning weight*), bobot pada umur 1 tahun (*yearling weight*), dan penambahan bobot badan (*gain*). Standarisasi atau pembakuan terhadap sifat produksi bobot badan tersebut tetap dilakukan dengan tujuan menghindari bias dari faktor-faktor yang mempengaruhi bobot badan. Rumus yang digunakan untuk menduga nilai pemuliaan induk pada prinsipnya tidak berbeda dengan sapi perah, yaitu Most Probable Producing Ability (MPPA) sebagai pengertian lain ERPA.

$$\text{Rumus MPPA} = \bar{P}_p + \frac{nr}{1 + (n-1)r} [\bar{P}_i - \bar{P}_p] \quad \dots\dots\dots (7.11)$$

Keterangan:

- n : Kali beranak (satu kali, dua kali dan sebagainya)
- r : Ripitabilitas bobot badan anak untuk sifat yang bersesuaian (misalnya bobot lahir, bobot sapih, bobot umur 1 tahun)
- $[\bar{P}_i - \bar{P}_p]$: Selisih antara rata-rata bobot anak dari betina yang sedang diuji dengan rata-rata bobot badan populasi

Contoh 7.9.

Pada suatu peternakan terdapat sejumlah induk dengan sejumlah anak yang telah dilahirkannya. Data WWR dari anak-anaknya disajikan pada tabel di bawah ini. Berapa nilai MPPA untuk induk B jika diketahui $\bar{P}_p = 100$ dan ripitabilitas bobot sapih = 0,4

Induk	Jumlah Anak	Rataan WWR	MPPA
A	2	116	?
B	4	111	?
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
S	3	96	?

Jawab:

$$\begin{aligned}
 \text{MPPA}_{\text{Induk B}} &= \bar{P}_p + \frac{nr}{1 + (n-1)r} [\bar{P}_i - \bar{P}_p] \\
 &= 100 + \frac{4(0,4)}{1 + (4-1)0,4} [111 - 100] \\
 &= 108 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

VII.2.2. Latihan

1. Apa tujuan kegiatan pencatatan pada program pemuliaan ternak?
2. Sebutkan, apa saja metode pendugaan produksi susu!
3. Jelaskan, apa yang dimaksud dengan Uji Keturunan?

4. Untuk memperoleh calon pengganti pada program perbaikan mutu genetik sapi potong, sifat-sifat kuantitatif apa saja yang harus diperhatikan?
5. Apa yang Anda ketahui tentang ERPA?

VII.3. Penutup

VII.3.1. Rangkuman

1. Langkah-langkah dalam peningkatan mutu genetik sapi perah adalah pelaksanaan kegiatan pencatatan, pendugaan produksi susu, standarisasi produksi susu, pendugaan nilai pemuliaan dan pelaksanaan seleksi,
2. Sifat-sifat produksi yang sering digunakan dalam program seleksi sapi potong untuk memperoleh *replacement stock* adalah bobot sapih dan bobot umur 1 tahun.
3. Cukup banyak metode untuk memilih pejantan sapi perah unggul dari kelompoknya, namun pada sapi potong hanya menggunakan rumus umum pendugaan nilai pemuliaan.

VII.3.2. Test Formatif

1. Pada program seleksi, apa tujuan standarisasi data sifat kuantitatif ke basis tertentu?
2. Pada program pemilihan pejantan sapi perah diketahui bahwa nilai CC (*contemporary comparison*) produksi susu pejantan Alex sebesar 65,4. Berapa nilai pemuliaan pejantan tersebut?
3. Apa arti WWR seekor pedet lebih kecil daripada 100?

VII.3.3. Umpan Balik

Cobalah anda mengerjakan setiap soal paling lama 20 menit untuk setiap soal. Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban test formatif. Kemudian, hitunglah jawaban yang benar. Anda dapat mengukur kemampuan memahami materi pada sub pokok bahasan ini dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Derajat pemahaman: } (\text{jumlah jawaban betul} / \text{jumlah soal}) \times 100\%$$

Kategori derajat pemahaman adalah:

100%	: baik
67%	: sedang
33%	: kurang
0%	: buruk

VII.3.3. Tindak Lanjut

Bila anda mempunyai derajat pemahaman $\geq 67\%$, anda dikatakan cukup memahami. Jika anda mempunyai derajat pemahaman $< 67\%$ maka anda dikatakan belum memahami sehingga perlu membaca ulang materi pada sub pokok bahasan tentang sistem perkawinan dan terus mencoba test formatif sampai memperoleh derajat pemahaman $\geq 67\%$.

VII.3.4. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Standarisasi terhadap produksi susu ataupun bobot badan dalam program seleksi dimaksudkan untuk mengeliminasi faktor-fakroe yang mempengaruhi produksi sehingga terhindar dari bias.
2. Pejantan mewariskan sifat kepada keturunannya sebesar 50%. Karena nilai CC produksi susu pejantan Alex sebesar 65,4, maka nilai pemuliaannya adalah $65,4 \times 2 = 130,8$.
3. WWR pedet yang dibawah 100 mempunyai arti bahwa bobot sapih terkoreksi pedet tersebut lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata bobot sapih terkoreksi pada populasi dimana pedet tersebut berasal.

VII.4. Daftar Pustaka

- Bar-Anan, R. And J.M. Sack. 1974. Sire evaluation and estimation of genetic gain in Israeli Dairy herds. Anim. Prod. 18:50-66
- Bath, D.L. F.N. Dickinson, H.A. Tucker and R.D. Appleman. 1985. Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, Profits. Third Ed. Lea & Febiger, Philadelphia.

- Diggins, V.E. dan E.C. Bundy. 1961. Dairy Production. Second Edition. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff, New York.
- Gravert, H.O. 1987. Dairy Cattle Production. World Anim. Sci. C3, Elsevier Science Publishers B.V.
- Gurnadi, E. 1988. Teknik Penanganan dan Pengelolaan Ternak Ruminansia Besar. Kursus Genetika Hewan, PAU Bioteknologi IPB, 1-31 Agustus 1988.
- Kurnianto, E. 1991. Penilaian Pejantan sapi perah Berdasarkan Catatan Produksi Susu Laktasi Sebagian. Tesis. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Dempfle, I. 1976. A note the properties of the Cummulative Difference method for sire evaluation. Anim. Prod. 22:121-124.
- Mason, I.L. 1954. Progeny testing of diary bulls at different levels of management. Proceedings of the British Society of the Animal Production, p. 83-85
- Minish, G.L. and D.G. Fox. 1979. Beef Production and Management. Reston Publishing Company, Inc. A Prentice-Hall Company, Reston, Virginia.
- Plowman, R.D. and B.T. McDaniel. 1968. Changes in USDA Sire Summary Procedures. J. Dairy Sci. 51: 306-310
- Sargent, F.D., V.H. Lytton and O.G.Wall, Jr. 1968. Test Interval Method of calculating Dairy Herd Improvement Association Records. J. Diry Sci. 51(1):170-179.
- Schmidt, G.H. dan L.D. Van Vleck, 1974. Principles of Dairy Science. W.H. Freeman and Company. San Fransisco.
- Thompson, R. 1876. Relationship between Cummulative Difference and Best Linear-Unbiased-Predictor methods of evaluating bull. Anim. Prod. 23:15-24.
- Tyler, W.J. and A.B. Chapman. 1944. A Simplified Method of estimating 305-day lactation production. J. Dairy Sci. 27(6):463-469
- Warwick, J.E., and J.E. Legates. 1979. Breeding and Improvement of Farm Animals. Seventh Ed. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.