

Rancangan Acak Lengkap

Perancangan Percobaan

Pendahuluan

2

- Pengertian dasar
 - ▣ Faktor
 - ▣ Taraf
 - ▣ Perlakuan (Treatment)
 - ▣ Respons
- Layout Percobaan & Pengacakan
- Penyusunan Data
- Analisis Ragam
- Perbandingan Rataan

Pengertian dasar

3

- **Faktor: Variabel Bebas (X)** yaitu variabel yang di kontrol oleh peneliti
 - ▣ Misalnya: varietas, pupuk, jenis kompos, suhu, biofertilizer, jenis tanah, dsb.
 - ▣ Biasanya disimbolkan dengan huruf kapital, misal Faktor Varietas disimbolkan dengan huruf V.
- **Taraf/Level:**
 - ▣ Faktor terdiri dari beberapa taraf/level
 - ▣ Biasanya disimbolkan dengan huruf kecil yang dikombinasikan dengan subscript angka.
 - misal 3 taraf dari Faktor Varietas adalah: v_1, v_2, v_3

Faktor	Banyaknya Taraf	Taraf			
Varietas (V)	Jenis: 3 taraf	IR-64 (v_1)	Cisadane (v_2)	S-969 (v_3)	
Pupuk Nitrogen (N)	Dosis: 3 taraf	0 (n_1)	100 (n_2)	200 (n_3)	
Pupuk Organik (O)	Jenis: 4 taraf	Pupuk Kandang Ayam (o_1)	Pupuk Kandang Sapi (o_2)	Pupuk Kandang Domba (o_3)	Kompos (o_4)

Pengertian dasar

4

- **Perlakuan**: merupakan taraf dari Faktor atau kombinasi taraf dari faktor.
 - ▣ Untuk Faktor Tunggal:
 - Perlakuan = Taraf Faktor
 - Misal: v_1, v_2, v_3
 - ▣ Apabila > 1 Faktor:
 - Perlakuan = Kombinasi dari masing-masing taraf Faktor
 - Misal: $v_1n_0; v_1n_1; \text{dst}$

Pengertian dasar

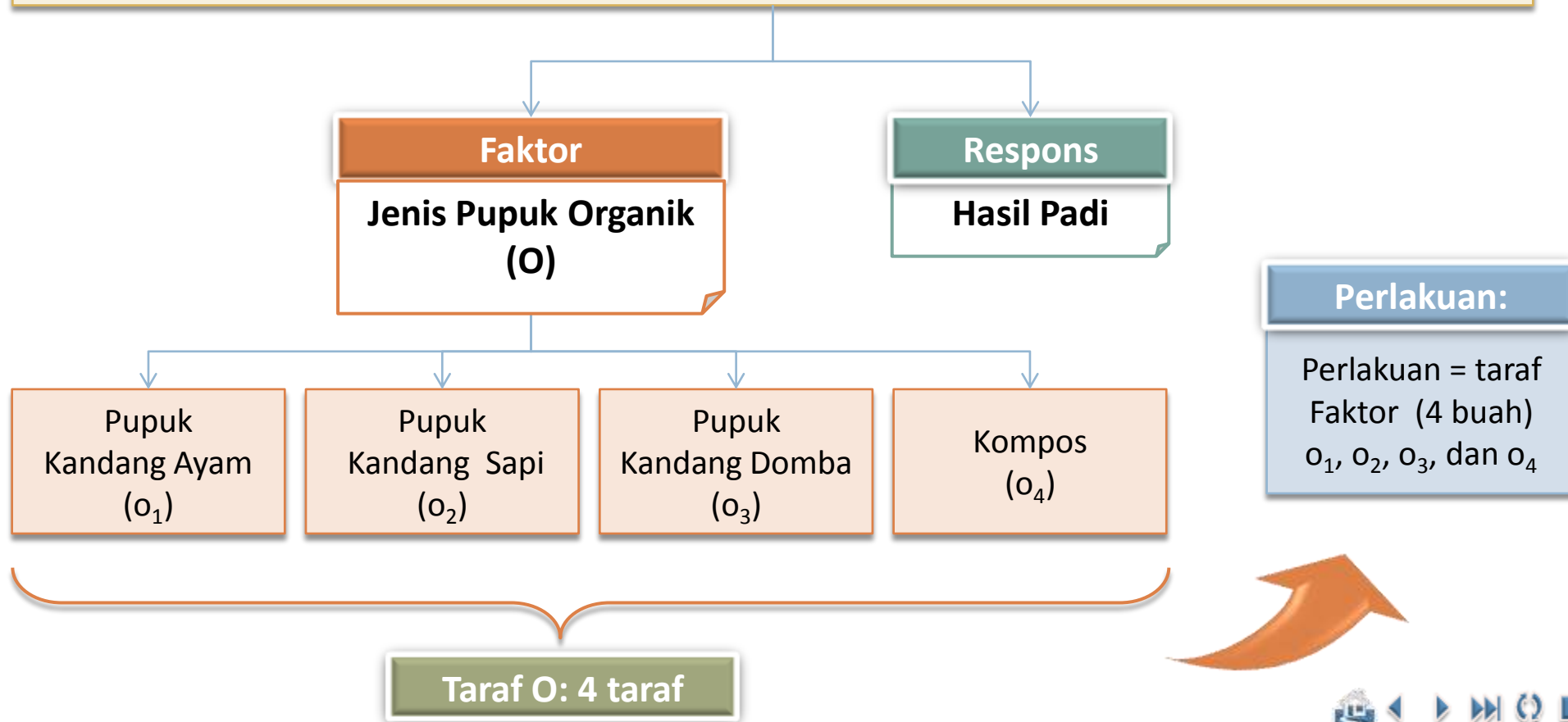
5

- **Respons:** Variabel tak bebas (Y) yaitu:
 - ▣ variabel yang merupakan sifat atau parameter dari satuan percobaan yang akan diteliti
 - ▣ sejumlah gejala atau respons yang muncul karena adanya peubah bebas.
 - ▣ misalnya: Hasil, serapan nitrogen, P-tersedia, pH dsb.

Contoh Kasus Faktor Tunggal

6

Contoh Kasus Penelitian:
Perbedaan **hasil padi** akibat diberikan **jenis pupuk organik** yang berbeda.



Rancangan lingkungan

7

- **Rancangan lingkungan:** merupakan suatu rancangan mengenai bagaimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan ditempatkan pada unit-unit percobaan.

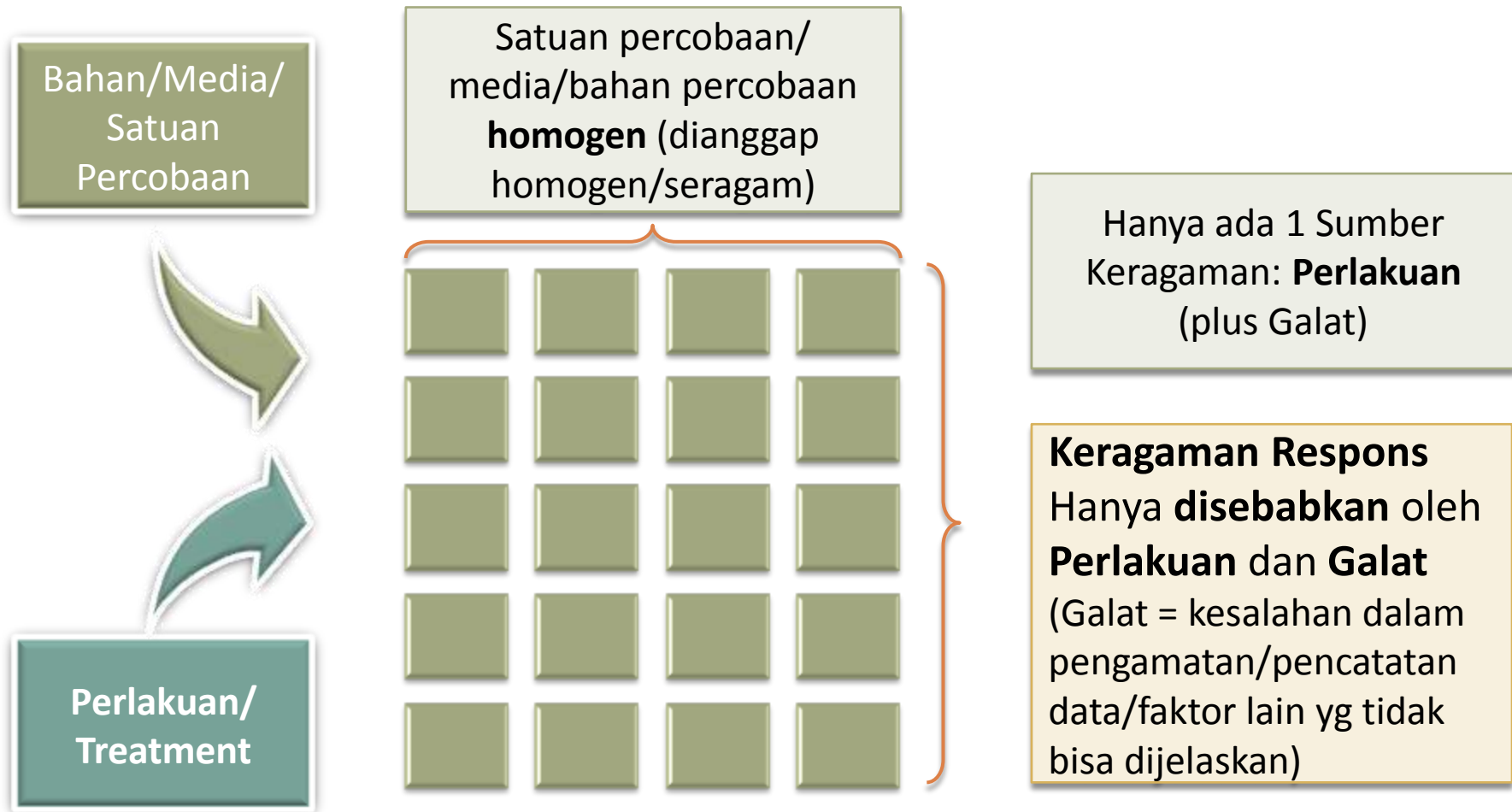
- Yang termasuk dalam rancangan ini:
 - ▣ **Rancangan Acak Lengkap (RAL),**
 - ▣ Rancangan Acak Kelompok (**RAK**) dan
 - ▣ Rancangan Bujur Sangkar Latin (**RBSL**), **Lattice**.

8

Rancangan acak lengkap (RAL)

Ciri-Ciri RAL

9



Latar Belakang Penggunaan RAL

10

- Rancangan acak lengkap merupakan jenis rancangan percobaan yang **paling sederhana**.
- **Satuan percobaan** yang digunakan **homogen** atau tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon di luar faktor yang dicoba atau diteliti.
- **Faktor luar** yang dapat mempengaruhi percobaan **dapat dikontrol**. Misalnya percobaan yang dilakukan di laboratorium/Rumah Kaca.
- Banyak ditemukan di **laboratorium** atau **rumah kaca**.

Keuntungan RAL

11

- Perancangan dan pelaksanaannya mudah
- Analisis datanya sederhana
- Fleksibel (sedikit lebih fleksibel dibanding RAK) dalam hal:
 - ▣ Jumlah perlakuan
 - ▣ Jumlah ulangan
 - ▣ dapat dilakukan dengan ulangan yang tidak sama
- Terdapat alternatif analisis nonparametrik yang sesuai

Keuntungan RAL...

12

- Permasalahan data hilang lebih mudah ditangani (sedikit lebih mudah dibandingkan dengan RAK)
 - ▣ Data hilang tidak menimbulkan permasalahan analisis data yang serius
 - ▣ Kehilangan Sensitifitasnya lebih sedikit dibandingkan dengan rancangan lain
 - ▣ Derajat bebas galatnya lebih besar (maksimum). Keuntungan ini terjadi terutama apabila derajat bebas galat sangat kecil.
- Tidak memerlukan tingkat pemahaman yang tinggi mengenai bahan percobaan.

Kerugian RAL

13

- **Terkadang rancangan ini tidak efisien.**
- Tingkat ketepatan (presisi) percobaan mungkin tidak terlalu memuaskan kecuali unit percobaan benar-benar homogen
- Hanya sesuai untuk percobaan dengan jumlah perlakuan yang tidak terlalu banyak
- Pengulangan percobaan yang sama mungkin tidak konsisten (lemah) apabila satuan percobaan tidak benar-benar homogen terutama apabila jumlah ulangannya sedikit.

Kapan RAL digunakan?

14

- Apabila satuan percobaan benar-benar **homogen**,
misal:
 - ▣ percobaan di laboratorium
 - ▣ Rumah Kaca
- Apabila tidak ada pengetahuan/informasi sebelumnya tentang kehomogenan satuan percobaan.
- Apabila jumlah perlakuan hanya sedikit, dimana derajat bebas galatnya juga akan kecil

15

Pengacakan dan Tata Letak

Pengacakan Dan Tata Letak Percobaan

16

- **Pengacakan** dilakukan agar **analisis data** yang dilakukan menjadi **sahih**.
- Pengacakan:
 - ▣ diundi (lotere),
 - ▣ daftar angka acak, atau
 - ▣ menggunakan bantuan software.

Pengacakan Dan Tata Letak Percobaan

17

Misalkan kita merancang:

Perlakuan (t) : 7 taraf, misal A, B, C, D, E, F, G

Ulangan (r): 4 kali

A1, A2, A3, A4

B1, B2, B3, B4

C1, C2, C3, C4

D1, D2, D3, D4

:

G1, G2, G3, G4

Diperoleh:

$tr = 7 \times 4 = 28$ satuan
percobaan

Perlakuan tersebut kita
tempatkan secara acak
ke dalam 28 satuan
percobaan.



28 satuan percobaan

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Pengacakan dengan cara pengundian

18

- Buat 28 gulungan kertas kode perlakuan (A1, A2, A3, ..., G3, G4)
- Lakukan pengundian (tanpa pemulihan).

Kode perlakuan yang jatuh pertama kali ditempatkan di kotak no 1, ke-2 ditempatkan di kotak no 2, dst. Misalkan kode **C3 yang jatuh pertama** kali, maka kotak no **1 diganti jadi C3**, kode A2 jatuh pada urutan ke-2, maka kotak no 2 diganti dengan A2. Lakukan terus pengundian sampai kode perlakuan terakhir yang akan ditempatkan di kotak no 28.

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

C3	A2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

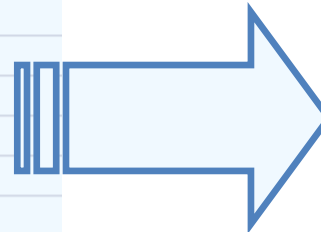
Pengacakan: Microsoft Excel

19

Buat tabel dengan jumlah baris sesuai dengan kombinasi perlakuan Pada kolom ke-3 (C) ditulis Formula “=RAND()”:

1

		B	C	D
1	No	Kode Perlakuan	Angka Acak	
2	1	A1	=RAND()	
3	2	B1		
4	3	C1		
5	4	D1		
6	5	E1		
7	6	F1		
8	7	G1		
9	8	A2		
10	9	B2		
11	10	C2		
12	11	D2		
13	12	E2		
14	13	F2		
15	14	G2		
16	15	A3		
17	16	B3		
18	17	C3		
19	18	D3		
20	19	E3		



2

	A	B	C	
1	No	Kode Perlakuan	Angka Acak	
2	1	A1	0.965434742	
3	2	B1	0.41965684	
4	3	C1	0.559115912	
5	4	D1	0.973093149	
6	5	E1	0.094130503	
7	6	F1	0.351756598	
8	7	G1	0.598820562	
9	8	A2	0.695933417	
10	9	B2	0.254075254	
11	10	C2	0.88292186	
12	11	D2	0.596539124	
13	12	E2	0.950526781	
14	13	F2	0.594426761	
15	14	G2	0.968056638	
16	15	A3	0.263215957	
17	16	B3	0.531992941	
18	17	C3	0.444400595	
19	18	D3	0.045589692	
20	19	E3	0.023401445	

Sorot/blok Kolom B dan C dan lakukan pengurutan (sortasi) berdasarkan kolom ke-3 (Angka Acak)

Initial Data (Left):

No	Kode Perlakuan	Angka Acak
1	A1	0.965434742
2	B1	0.41965684
3	C1	0.559115913
4	D1	
5	E1	
6	F1	
7	G1	
8	A2	
9	B2	
10	C2	
11	D2	
12	E2	
13	F2	
14	G2	
15	A3	
16	B3	
17	C3	0.444400595
18	D3	0.045589692
19	E3	0.023401445

Sorted Data (Right):

No	Kode Perlakuan	Angka Acak
1	E3	0.02340144
2	D3	0.04558969
3	E1	0.09413050
4	A4	0.15302490
5	G4	0.20993662
6	B2	0.25407525
7	A3	0.26321595
8	F4	0.27053685
9	C4	0.32587137
10	F1	0.35175659
11	B1	0.4196568
12	C3	0.44440059
13	B3	0.53199294
14	C1	0.55911591
15	F2	0.59442676
16	D2	0.59653912
17	G1	0.59882056
18	E4	0.60196994
19	A2	0.69593341
20	B4	0.72192567

B1			f _x
	A	B	C
1	No	Kode Perlakuan	Angka Acak
2	1	E3	0.02340144
3	2	D3	0.04558969
4	3	E1	0.09413050
5	4	A4	0.15302490
6	5	G4	0.20993662
7	6	B2	0.25407525
8	7	A3	0.26321595
9	8	F4	0.27053685
10	9	C4	0.32587137
11	10	F1	0.35175659
12	11	B1	0.4196568
13	12	C3	0.44440059
14	13	B3	0.53199294
15	14	C1	0.55911591
16	15	F2	0.59442676
17	16	D2	
18	17	G1	
19	18	E4	
20	19	A2	
21	20	B4	

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

E3	D3	E1	A4	G4	B2	A3
F4	C4	F1	B1	C3	B3	C1
F2	D2	G1	E4	A2	B4	D4
G3	F3	C2	E2	A1	G2	D1

Tempatkan kode perlakuan E3 pada kotak No 1, D3 pada kotak No 2, dst sampe kode yang terakhir, D1 pada kotak No-28.

Tata Letak RAL

22

E3	D3	E1	A4	G4	B2	A3
F4	C4	F1	B1	C3	B3	C1
F2	D2	G1	E4	A2	B4	D4
G3	F3	C2	E2	A1	G2	D1

Tabulasi Data

23

Tabulasi Data
Rancangan
Acak Lengkap
Dengan 7
Perlakuan Dan
4 Ulangan

Ulangan	Perlakuan							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	Y_{51}	Y_{61}	Y_{71}	$Y_{.1}$
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	Y_{52}	Y_{62}	Y_{72}	$Y_{.2}$
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	Y_{53}	Y_{63}	Y_{73}	$Y_{.3}$
4	Y_{14}	Y_{24}	Y_{34}	Y_{44}	Y_{54}	Y_{64}	Y_{74}	$Y_{.4}$
Total	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{3.}$	$Y_{4.}$	$Y_{5.}$	$Y_{6.}$	$Y_{7.}$	$Y_{..}$

Model Linier & Analisis Ragam RAL

Model Linier RAL

25

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= \mu_i + \varepsilon_{ij} \\ &= \mu + (\mu_i - \mu) + \varepsilon_{ij} \\ &= \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

$i = 1, 2, \dots, t ; j = 1, 2, \dots, r_i ;$
 $\mu_i = \text{mean perlakuan ke-}i$

$$\sum_{i=1}^t \tau_i = 0$$

$$E(Y_{ij}) = \mu + \tau_i = \mu_i$$

μ = rata-rata umum (mean populasi)
 τ_i = $(\mu_i - \mu)$ = Pengaruh aditif dari perlakuan ke- i
 ε_{ij} = galat percobaan/pengaruh acak dari perlakuan ke- i ulangan ke- j dengan $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$
 t = jumlah perlakuan dan
 r_i = banyaknya ulangan dari perlakuan ke- i , untuk percobaan yang mempunyai ulangan sama, $r_i = r$.

Analisis Ragam

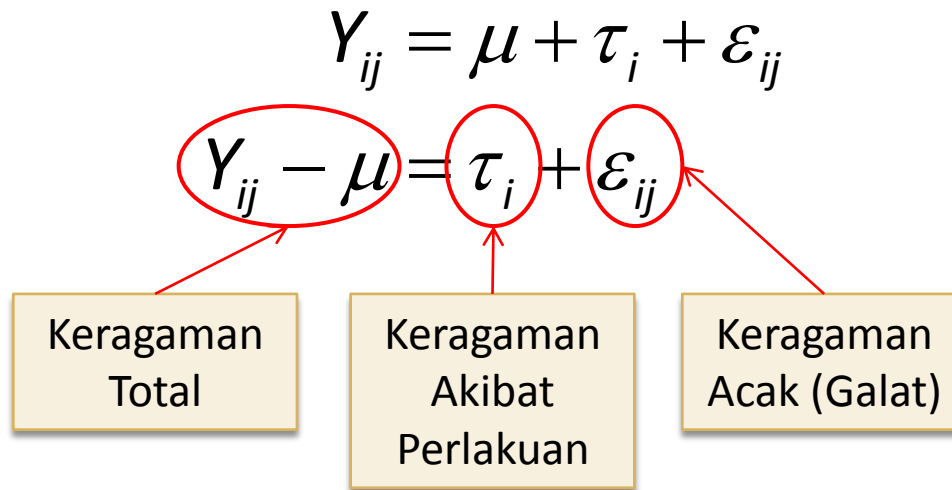
26

- Analisis ragam merupakan suatu analisis untuk memecah keragaman total menjadi beberapa komponen pembentuknya.
- Penduga kuadrat terkecil bagi parameter-parameter di dalam model rancangan acak lengkap diperoleh sebagai berikut:

Parameter	Penduga
μ	$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}$
τ_i	$\hat{\tau}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$
ϵ_{ij}	$\hat{\epsilon}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}$

Analisis Ragam

27



Parameter	Penduga
μ	$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}$
τ_i	$\hat{\tau}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$
ε_{ij}	$\hat{\varepsilon}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}$

Penguraian Data

28

Ulangan	kontrol	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	89.8	84.4	64.4	75.2	88.4	56.4	65.6	
2	93.8	116.0	79.8	62.4	90.2	83.2	79.4	
3	88.4	84.0	88.0	62.4	73.2	90.4	65.6	
4	112.6	68.6	69.4	73.8	87.8	85.6	70.2	
Rataan ($\bar{Y}_{i.}$)	96.15	88.25	75.40	68.45	84.90	78.90	70.20	$\bar{Y}_{..} = 80.32$
Pengaruh Perlakuan ($\tau_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$)	15.83	7.93	-4.92	-11.87	4.58	-1.42	-10.12	0.00

$\hat{\mu} =$
Rata-rata
keseluruhan

$\tau_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$
= **Pengaruh Perlakuan:**
= *selisih antara rata-rata perlakuan dan rata-rata keseluruhan*

Jumlah Total
Pengaruh
Perlakuan

$$\sum_{i=1}^t \tau_i = 0$$

penguraian
keragaman total
kedalam beberapa
komponen
penyusunnya



Penguraian Data

29

Model Linier:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Ingat bahwa:

Parameter	Penduga
μ	$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}$
τ_i	$\hat{\tau}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$
ε_{ij}	$\hat{\varepsilon}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}$

Sehingga model linier tersebut bisa ditulis dalam bentuk:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$Y_{ij} = \bar{Y}_{..} + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

$$(Y_{ij} - \bar{Y}_{..}) = (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

Perlakuan	Data Uterin	Rataan Umum	Ragam	Pengaruh Aditif dari Perlakuan	Galat (Sisaan)
	Y_{ij}	μ	$Y_{ij} - \mu$	τ_i	$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i$
kontrol	89.8	80.32	9.48	15.83	-6.35
kontrol	93.8	80.32	13.48	15.83	-2.35
kontrol	88.4	80.32	8.08	15.83	-7.75
kontrol	112.6	80.32	32.28	15.83	16.45
P1	84.4	80.32	4.08	7.93	-3.85
:	:	:	:	:	:
P5	85.6	80.32	5.28	-1.42	6.70
P6	65.6	80.32	-14.72	-10.12	-4.60
P6	79.4	80.32	-0.92	-10.12	9.20
P6	65.6	80.32	-14.72	-10.12	-4.60
P6	70.2	80.32	-10.12	-10.12	0.00
Jumlah Kuadrat	186121.4	180642.89	5478.507	2415.937	3062.57



Penguraian Keragaman Total

30

$$Y_{ij} = \bar{Y}_{..} + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

$$(Y_{ij} - \bar{Y}_{..}) = (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

Analisis Ragam diperoleh dari pemisahan Jumlah Kuadrat Total Terkoreksi (JKT)!!

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$$

$$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r [(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})^2]$$

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})^2 + 2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$



$$\sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})^2$$

$$JKT = JKP + JKG$$

Perlakuan	Data Uterin	Rataan Umum	Ragam	Pengaruh Aditif dari Perlakuan	Galat (Sisaan)
	Y_{ij}	μ	$Y_{ij} - \mu$	τ_i	$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i$
kontrol	89.8	80.32	9.48	15.83	-6.35
kontrol	93.8	80.32	13.48	15.83	-2.35
kontrol	88.4	80.32	8.08	15.83	-7.75
kontrol	112.6	80.32	32.28	15.83	16.45
P1	84.4	80.32	4.08	7.93	-3.85
:	:	:	:	:	:
P5	85.6	80.32	5.28	-1.42	6.70
P6	65.6	80.32	-14.72	-10.12	-4.60
P6	79.4	80.32	-0.92	-10.12	9.20
P6	65.6	80.32	-14.72	-10.12	-4.60
	32		-10.12	-10.12	0.00
	2.89	5478.507	2415.937	3062.57	

Nilai pada akhir persamaan bernilai nol, karena:

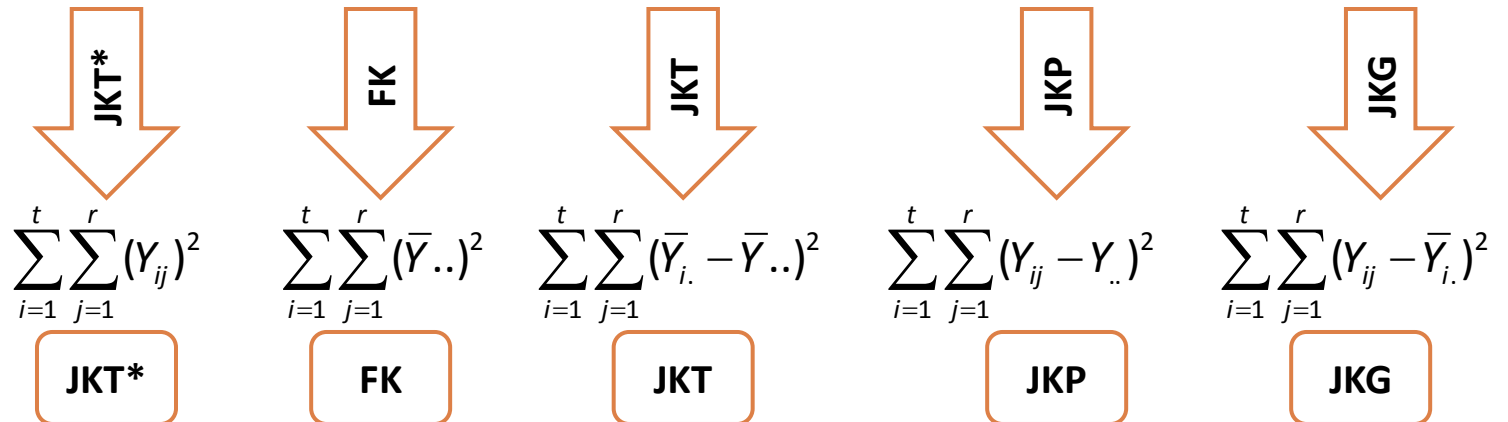
$$\sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}) = \sum \varepsilon_{ij} = 0$$



Penguraian Keragaman Total

31

Perlakuan	Data Uterin	Rataan keseluruhan	Ragam Total	Pengaruh Aditif dari Perlakuan	Galat (Sisaan)
Model Linier	Y_{ij}	μ	$Y_{ij} - \mu$	τ_i	$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i$
kontrol	89.8	80.32	9.48	15.83	-6.35
:	:	:		:	:
P6	70.2	80.32	-10.12	-10.12	0.00
Jumlah Kuadrat	186121.4	180642.89	5478.507	2415.937	3062.57



$$\begin{aligned}
 \text{JKT}_{\text{terkoreksi}} &= \text{JKT*} - \text{FK} \\
 &= 186121.4 - 180642.89 \\
 &= 5478.507
 \end{aligned}$$

$$\text{JKT} = \text{JKP} + \text{JKG}$$



Asumsi dan Hipotesis

32

Asumsi:

Model Tetap

$$E(\tau_i) = \tau \quad ; \quad \sum_{i=1}^t \tau_i = 0 \quad ; \quad \varepsilon_{ij} \stackrel{bsi}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

Model Acak

$$E(\tau_i) = 0 \quad ; \quad E(\tau_i^2) = \sigma_\tau^2 \quad ; \quad \varepsilon_{ij} \stackrel{bsi}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

Hipotesis:

Hipotesis yang Akan Diuji:	Model Tetap	Model Acak
H_0	Semua $\tau_i = 0$	$\sigma_\tau^2 = 0$
H_1	Tidak semua $\tau_i = 0$	$\sigma_\tau^2 > 0$

Tabel Analisis Ragam

33

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F-Hitung
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG
Galat	t(r-1)	JKG	KTG	
Total	tr-1	JKT		

Galat Baku

$$S_{\bar{Y}} = \sqrt{\frac{2KT(Galat)}{r}}$$

Untuk membandingkan nilai tengah perlakuan

34

Contoh Terapan

Contoh RAL:

35

- Berikut ini adalah hasil pengujian estrogen beberapa larutan yang telah mengalami penanganan tertentu. Berat uterin tikus dipakai sebagai ukuran keaktifan estrogen. Berat uterin dalam miligram dari empat tikus untuk setiap kontrol dan enam larutan yang berbeda dicantumkan dalam tabel berikut)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah
	1	2	3	4	
kontrol	89.8	93.8	88.4	112.6	384.6
P1	84.4	116.0	84.0	68.6	353.0
P2	64.4	79.8	88.0	69.4	301.6
P3	75.2	62.4	62.4	73.8	273.8
P4	88.4	90.2	73.2	87.8	339.6
P5	56.4	83.2	90.4	85.6	315.6
P6	65.6	79.4	65.6	70.2	280.8
Jumlah	524.2	604.8	552.0	568.0	2249

Langkah-langkah Pengujian Hipotesis:

36

- Karena hanya terdapat 7 perlakuan yang tersedia, maka model yang cocok adalah **model tetap**. Model tersebut adalah:
 - $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; $i = 1, 2, \dots, 7$ dan $j = 1, 2, 3, 4$
 - dengan
 - Y_{ij} = berat uterin dari tikus ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i
 - μ = mean populasi berat uterin
 - τ_i = pengaruh perlakuan ke-i
 - ε_{ij} = pengaruh acak pada tikus ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i .
- **Asumsi** : lihat asumsi untuk model tetap
- **Hipotesis** yang akan diuji :
 - H_0 : Semua $\tau_j = 0$ (atau tidak ada pengaruh perlakuan terhadap berat uterin tikus)
 - H_1 : Tidak semua $\tau_j = 0$; atau minimal ada satu perlakuan yang mempengaruhi berat uterin tikus.

Perhitungan Analisis Ragam (1-2):

37

Langkah 1: Hitung Faktor Koreksi

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{rt} = \frac{2249^2}{28} = 180642.89$$

Langkah 2: Hitung Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK \\ &= (89.8^2 + 93.8^2 + \dots + 65.6^2 + 70.2^2) - 180642.89 \\ &= 5478.51 \end{aligned}$$

Perhitungan Analisis Ragam (3-4):

38

Langkah 3: Hitung Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JKP &= \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - FK \\ &= \frac{(384.6^2 + 353^2 + 301.6^2 + 273.8^2 + 339.6^2 + 315.6^2 + 280.8^2)}{4} - 180642.89 \\ &= 2415.94 \end{aligned}$$

Langkah 4: Hitung Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 3062.57 \end{aligned}$$

Perhitungan Analisis Ragam (5-6):

39

Langkah 5: Buat Tabel Analisis Ragam beserta Nilai F-tabelnya

Tabel Analisis Ragam dari Berat Uterin Tikus

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	6	2415.94	402.66	2.76*	2.573	3.812
Galat	21	3062.57	145.84			
Total	27	5478.51				

$$F_{(0.05,6,21)} = 2.573 \quad F_{(0.01,6,21)} = 3.812$$

Langkah 6: Hitung Koefisien Keragaman (KK)

$$\begin{aligned} KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{Y}_{..}} \times 100\% = \frac{\sqrt{145.84}}{80.32} \times 100\% \\ &= 15.03\% \end{aligned}$$

Perhitungan Analisis Ragam (7):

40

□ Langkah 7: Buat Kesimpulan

- Karena Fhitung (2.76) > 2.573 maka:
 - kita **tolak** $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ pada taraf kepercayaan 95%
- Karena Fhitung (2.76) \leq 3.812 maka:
 - kita **gagal untuk menolak** $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$ pada taraf kepercayaan 99%
- Hal ini berarti:
 - pada taraf kepercayaan 95%, minimal terdapat satu perlakuan yang berbeda dengan yang lainnya.
 - Namun pada taraf kepercayaan 99%, semua rata-rata perlakuan tidak berbeda dengan yang lainnya.
- Keterangan:
 - Biasanya, **tanda bintang satu (*)** diberikan, apabila nilai F-hitung **lebih besar** dari **F(0.05)** dan **tanda bintang dua (**)** diberikan apabila nilai F-hitung **lebih besar** dari **F(0.01)**

Perbandingan Rataan

Fisher's LSD/BNT

*(Topik ini untuk sementara bisa dilewati, Untuk memahami perbandingan rata-rata secara detail, lihat **Bahasan Materi Perbandingan Nilai Rata-rata**)*

Hitung Nilai LSD

42

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	6	2415.94	402.66	2.76	2.573	3.812
Galat	21	3062.57	145.84			
Total	27	5478.51				

$$\begin{aligned}
 LSD &= t_{(0.05/2);21} \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\
 &= 2.08 \times \sqrt{\frac{2(145.84)}{4}} \\
 &= 17.76
 \end{aligned}$$

$$\text{Jika } |\mu_i - \mu_j| \begin{cases} > LSD_{0.05} \\ \leq LSD_{0.05} \end{cases}$$

tolak H_0 , kedua rata - rata berbeda nyata

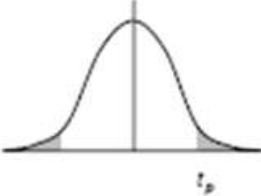
tolak H_0 , kedua rata - rata tidak berbeda nyata

Tabel Nilai Kritis t-student

43

Sebaran t-Student

Nilai persentil untuk distribusi t (dua arah)
 $v = dk$
Bilangan dalam badan tabel menyatakan nilai t_p pada nilai $\alpha/2$



v	t												
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	0.137	0.277	0.424	0.584	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.134	0.271	0.414	0.569	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.132	0.267	0.408	0.559	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.128	0.258	0.393	0.535	0.690	0.865	1.072	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.128	0.257	0.393	0.534	0.689	0.864	1.070	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.127	0.257	0.393	0.533	0.688	0.863	1.068	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.127	0.257	0.393	0.532	0.688	0.862	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.127	0.257	0.393	0.532	0.687	0.861	1.065	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.127	0.256	0.393	0.532	0.686	0.860	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.127	0.256	0.390	0.532	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.127	0.256	0.390	0.532	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.127	0.256	0.390	0.531	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725

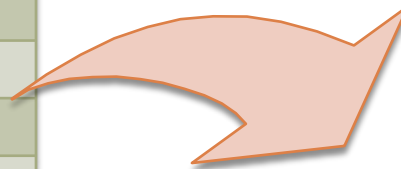
Nilai $t_{(0.05/2, 21)}$
= 2.08

Urutkan Rata-rata Perlakuan

44

Urutkan Rata-rata Perlakuan (dalam contoh ini rata-rata diurutkan dari kecil ke besar)

Perlakuan (T)	Rata-rata
kontrol	96.15
P1	88.25
P2	75.40
P3	68.45
P4	84.90
P5	78.90
P6	70.20



Perlakuan (T)	Rata-rata
P3	68.45
P6	70.20
P2	75.40
P5	78.90
P4	84.90
P1	88.25
kontrol	96.15

Pengujian

45

$$LSD = t_{0.05/2;21} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

$$= 2.08 \times \sqrt{\frac{2(145.84)}{4}}$$

$$= 17.76$$

$$\text{Jika } |\mu_i - \mu_j| \begin{cases} > 17.76 \\ \leq 17.76 \end{cases}$$

tolak H_0 , kedua rata - rata berbeda nyata

tolak H_0 , kedua rata - rata tidak berbeda nyata

Perlakuan (T)		P3	P6	P2	P5	P4	P1	kontrol	Notasi
	Rata-rata	68.45	70.20	75.40	78.90	84.90	88.25	96.15	
P3	68.45	0.00							a
P6	70.20	1.75 tn	0.00						a
P2	75.40	6.95 tn	5.20 tn	0.00					ab
P5	78.90	10.45 tn	8.70 tn	3.50 tn	0.00				abc
P4	84.90	16.45 tn	14.70 tn	9.50 tn	6.00 tn	0.00			abc
P1	88.25	19.80 *	18.05 *	12.85 tn	9.35 tn	3.35 tn	0.00		bc
kontrol	96.15	27.70 *	25.95 *	20.75 *	17.25 tn	11.25 tn	7.90 tn	0.00	c