

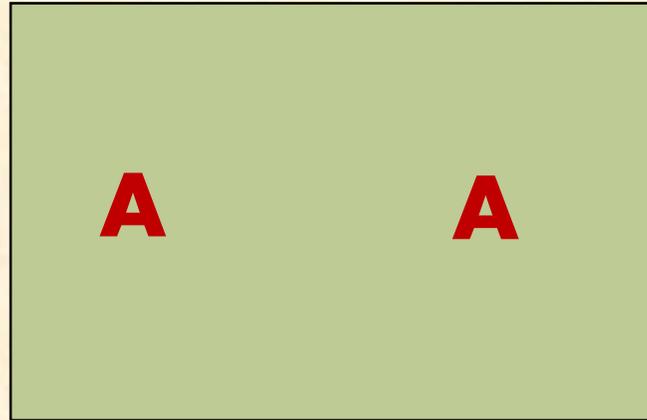
Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

(Randomize Complete Block Design)

Ayu Indraswari Nurmayana Putri, S.Si., M.Sc

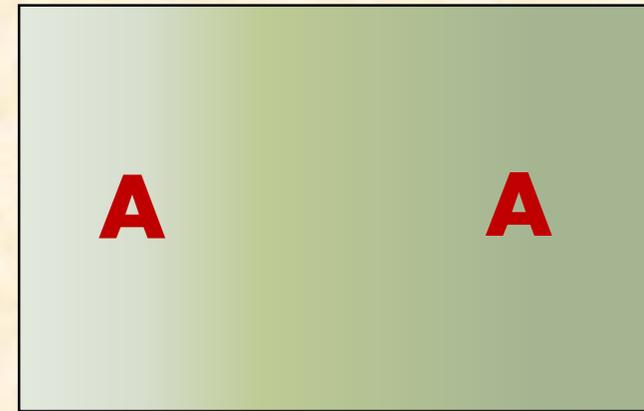
Seorang peneliti ingin melihat keefektifan pengaruh pemupukan (A, B, C, D) terhadap produksi varietas padi. Percobaan dilakukan pada **satu hamparan sawah** yang mempunyai **tingkat kesuburan yang berbeda**.

→ Satu arah keragaman



Kesuburan homogen

VS



Kesuburan heterogen

Perlakuan sama (misal pumupukan jenis A)



Bagaimana respon (produksinya) ?



Diperkirakan akan sama

Perlakuan sama (misal pumupukan jenis A)



Bagaimana respon (produksinya) ?

??

Beragam !!

Keragaman tambahan yang berasal dari perbedaan tingkat kesuburan tanah ini dalam RAL akan dimasukkan ke dalam **JKG**



KTG akan semakin **besar**



Nilai F (KTP/KTG) semakin **kecil**



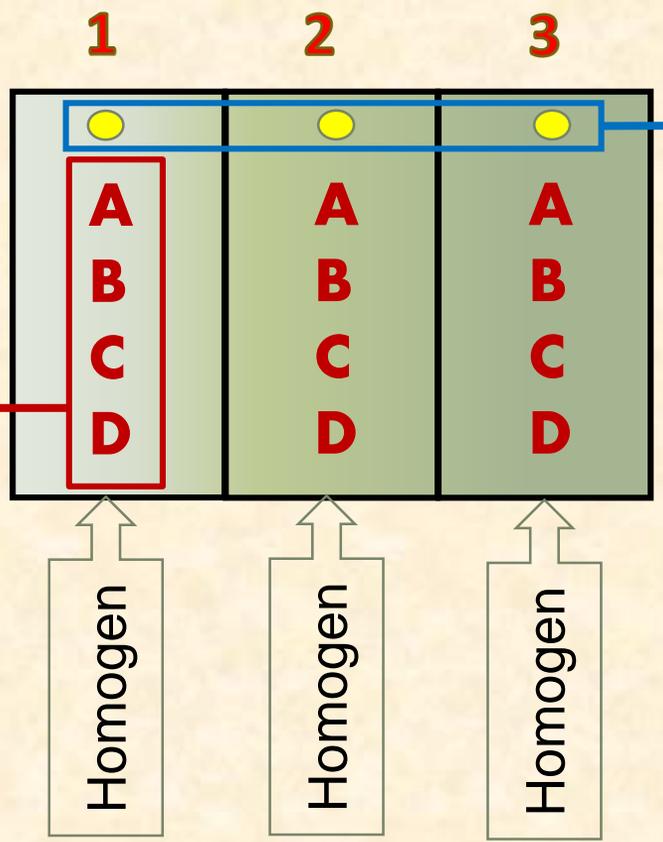
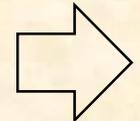
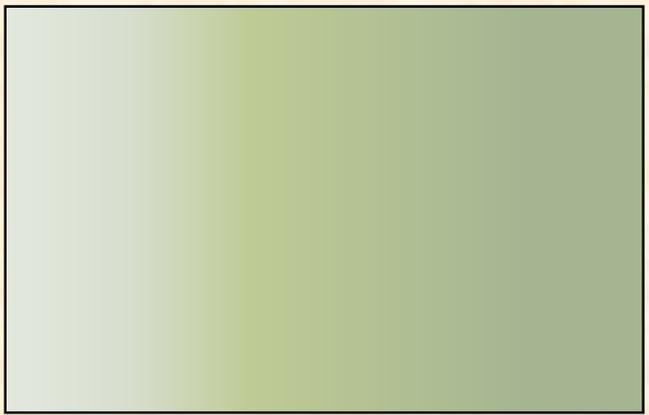
Percobaan **tidak sensitif** lagi

Solusi??



Rancangan Acak Kelompok

Satu arah keragaman



Terdapat 2 sumber keragaman:

- Perlakuan
- Kelompok (plus galat)

Keragaman tambahan perlu dieliminasi dari analisis, fokus pada keragaman yang ditimbulkan oleh perlakuan

Pengelompokkan

Keragaman antar kelompok masukkan dalam rancangan (dimasukkan ke dalam JK Blok)

JK Galat berkurang !!

KTG akan semakin kecil

Nilai F hitung semakin besar

Latar Belakang

Definisi:

- **Rancangan Acak Kelompok (RAK)** adalah suatu rancangan acak yang dilakukan dengan mengelompokkan satuan percobaan/ pengamatan ke dalam grup-grup yang homogen yang dinamakan kelompok dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam masing-masing kelompok

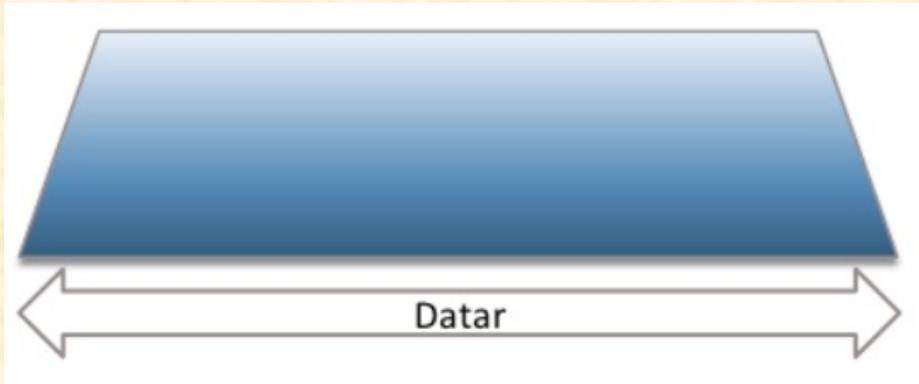
Tujuan pengelompokkan:

- Melalui pengelompokkan yang tepat atau efektif, maka rancangan ini **dapat mengurangi galat percobaan** yang mana dengan adanya pengelompokkan, dapat membuat keragaman satuan-satuan percobaan di dalam masing-masing kelompok sekecil mungkin sedangkan perbedaan antar kelompok sebesar mungkin

Perhatikan kasus berikut

▪ RAL

- Apabila lingkungan homogen (status kesuburan tanah **homogen**), maka rancangan yang tepat adalah RAL



Kombinasi perlakuan ditempatkan secara acak dan bebas pada petak percobaan

▪ RAK

- Apabila kondisi lingkungan tidak homogen, misalnya ada **perbedaan kesuburan tanah** yang disebabkan oleh kemiringan, maka rancangan yang tepat adalah RAK.



Kelompok I

- Pengacakan untuk setiap kelompok harus dilakukan secara terpisah

Kelompok II

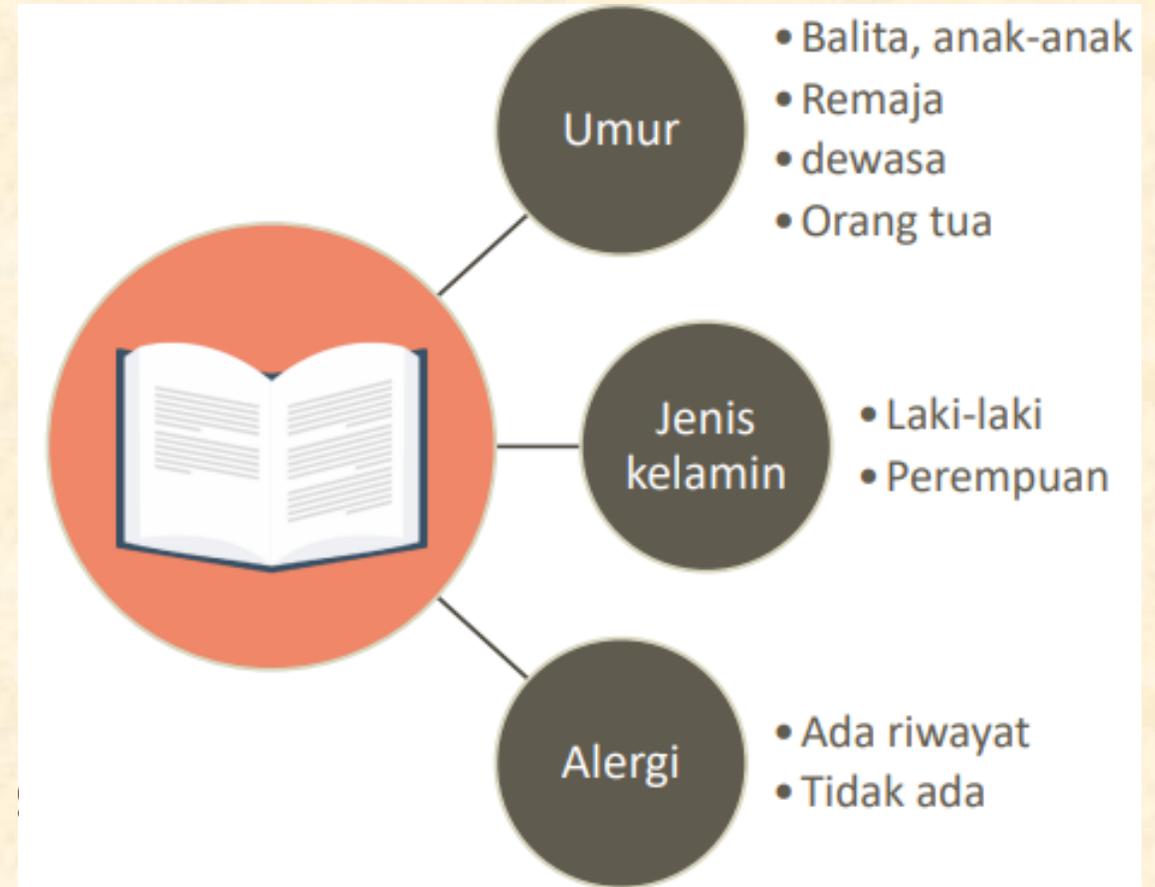
- Pengacakan untuk setiap kelompok harus dilakukan secara terpisah

Kelompok III

- Pengacakan untuk setiap kelompok harus dilakukan secara terpisah

Perhatikan kasus berikut

- Ingin mengetahui pengaruh pemberian jenis obat terhadap kecepatan penyembuhan pasien
Faktor : jenis obat
Perlakuan: pemberian jenis obat yang berbeda
- Apakah ada faktor lain yang mempengaruhi kecepatan penyembuhan selain jenis obat?
Mungkin saja: umur pasien, jenis kelamin (Bila umur pasien sama atau jenis kelamin sama maka gunakan saja RAL)
- Bila faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi keragaman respon (selain faktor yang diteliti) tidak dapat diseragamkan (dikendalikan) oleh peneliti, maka RAL tidak dapat diterapkan.



Perbedaan RAL dan RAK

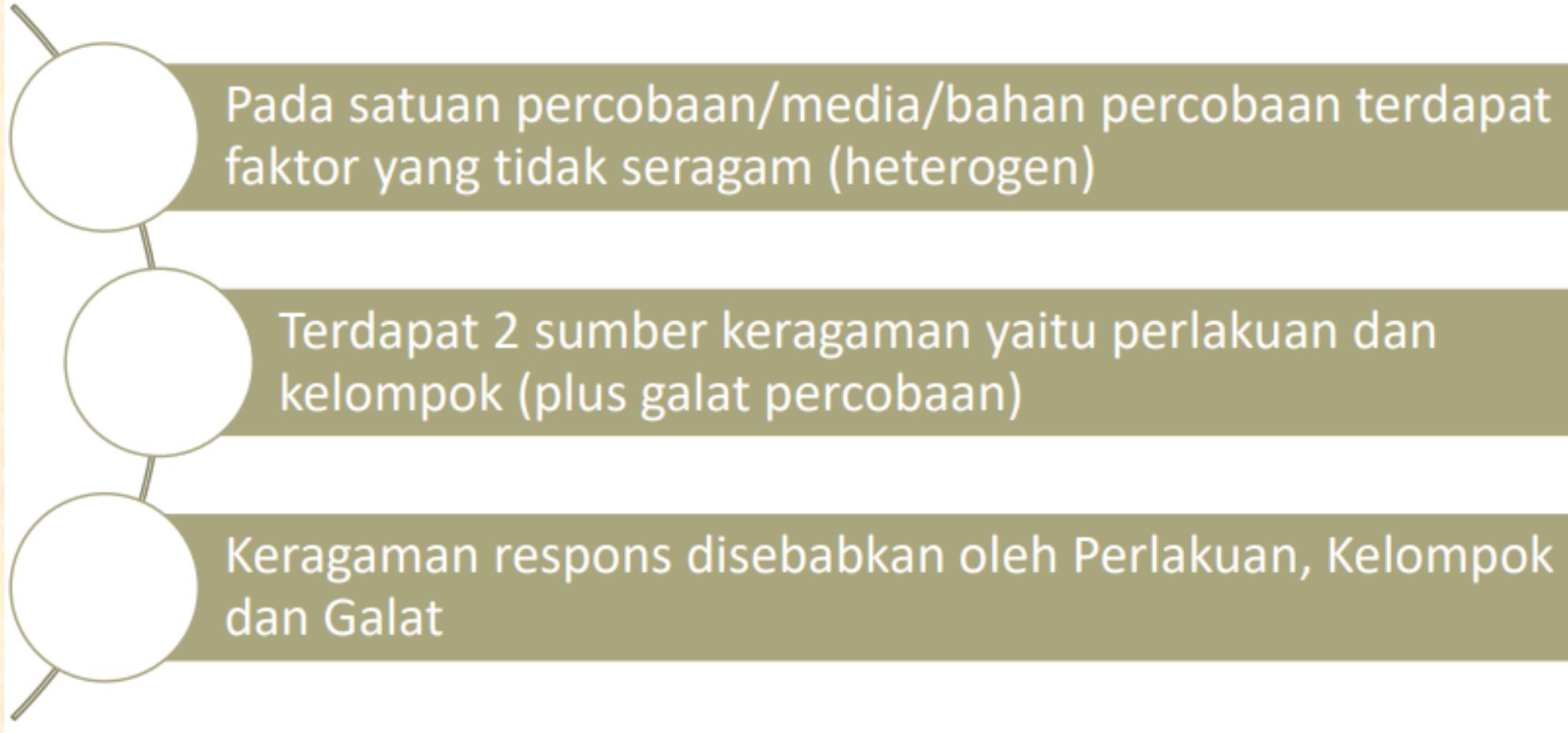
RAL

- Unit percobaan **homogen**
- Keragaman respon disebabkan pengaruh **perlakuan**

RAK

- Unit percobaan **heterogen**
- Keragaman respon disebabkan oleh **perlakuan dan kelompok**
- Pengaruh keragaman lain (diluar perlakuan yang kita coba) dihilangkan dari galat percobaan dengan cara pengelompokan satu arah

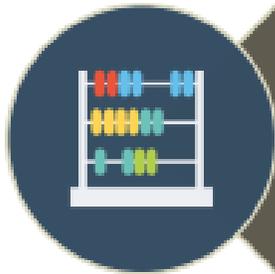
Ciri-ciri RAKL



Mengapa RAKL ?



Keheterogenan unit percobaan berasal dari satu sumber keragaman



Mengatasi kesulitan dalam mempersiapkan unit percobaan dalam jumlah besar



Kelompok yang dibentuk harus merupakan kumpulan dari unit-unit percobaan yang relatif homogen sedangkan keragaman antar kelompok diharapkan cukup tinggi

Kelebihan RAKL

- Lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan RAL
Pengelompokan yang efektif akan menurunkan jumlah kuadrat galat, sehingga akan meningkatkan tingkat ketepatan
- Lebih fleksibel dalam hal jumlah perlakuan, jumlah ulangan/kelompok (karna tidak setiap kelompok memerlukan satuan percobaan yang sama)
- Penarikan kesimpulan lebih luas, karena kita juga bisa melihat perbedaan antar kelompok

Kekurangan RAKL

- Memerlukan asumsi tambahan untuk beberapa uji hipotesis
- Menjadi semakin rumit jika terjadi interaksi antara kelompok dan perlakuan
- Peningkatan ketepatan pengelompokan akan menurun dengan semakin meningkatnya jumlah satuan percobaan dalam kelompok
- Derajat bebas kelompok akan menurunkan derajat bebas galat, sehingga sensitifitasnya akan menurun terutama apabila jumlah perlakuannya sedikit atau keragaman dalam satuan percobaan kecil (homogen)
- Jika ada data yang hilang memerlukan perhitungan yang rumit

Panduan Pengelompokan

Keberhasilan pengelompokan dalam RAK memerlukan pemahaman tambahan tentang keragaman satuan percobaan. Kita harus bisa mengidentifikasi arah keragaman tersebut, sehingga **Variabel Pengganggu** (Nuisance factor /disturbing factor) bisa diminimalisir. **Nuisance factor** adalah setiap faktor/variabel diluar perlakuan yang akan berpengaruh terhadap respons.

Panduan dalam mengidentifikasi faktor yang bisa dijadikan acuan dalam pembuatan kelompok (pengelompokan).

Variabel Pengganggu	Unit percobaan
<ul style="list-style-type: none">▪ Perbedaan arah kesuburan▪ Perbedaan arah kandungan air/kelembaban▪ Perbedaan kemiringan▪ Perbedaan komposisi tanah	Petak percobaan
<ul style="list-style-type: none">▪ Arah terhadap sudut penyinaran matahari▪ Aliran air▪ Penyebaran panas/suhu	Rumah kaca
<ul style="list-style-type: none">▪ Umur▪ Kepadatan	Pohon

Panduan dalam mengidentifikasi faktor yang bisa dijadikan acuan dalam pembuatan kelompok (pengelompokan).

Variabel Pengganggu	Unit percobaan
<ul style="list-style-type: none">▪ Jenis kelamin▪ Usia▪ IQ▪ Pendapatan▪ Pendidikan▪ Sikap	Orang/Partisipan
<ul style="list-style-type: none">▪ Waktu pengamatan▪ Lokasi▪ Bahan Percobaan▪ Alat pengukur	

Pengacakan dan Bagan Percobaan

Kasus: suatu percobaan dengan 6 buah perlakuan (P1, P2, P3, P4, P5, P6) dan setiap perlakuan diulang dalam 3 kelompok atau 3 blok. Dengan demikian unit percobaan yang dilibatkan 6 unit pada setiap blok, sehingga dibutuhkan $3 \times 6 = 18$ unit percobaan. Pengacakan perlakuan dilakukan pada masing-masing blok percobaan. Bagan percobaan adalah sebagai berikut:

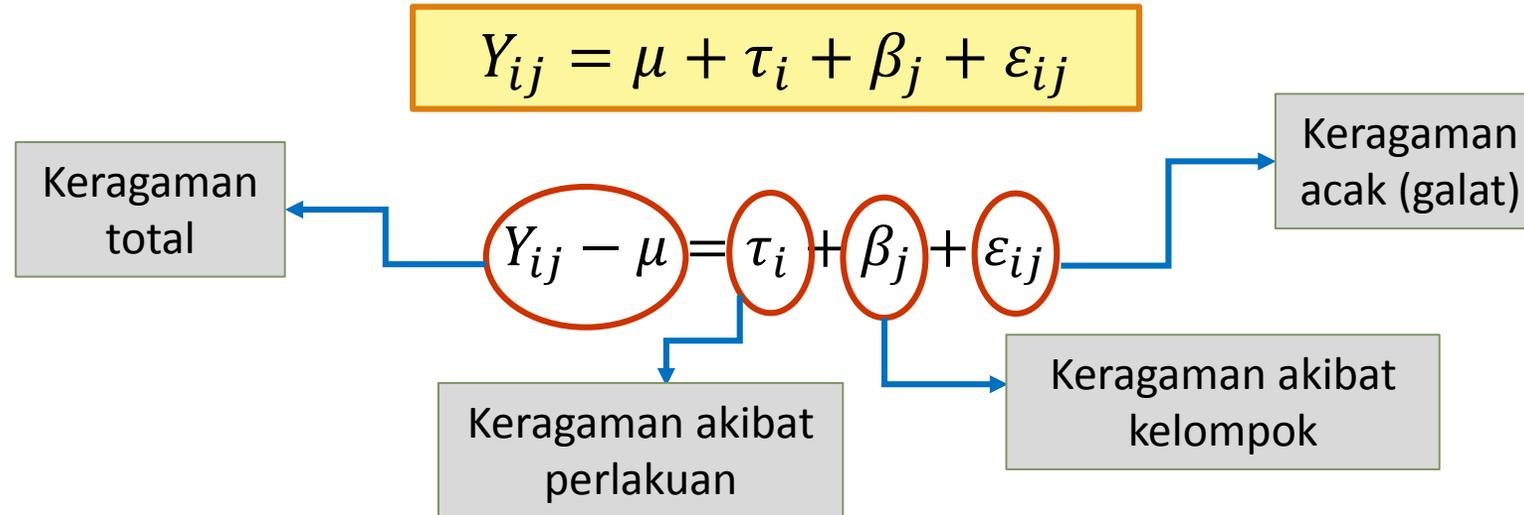


Tabulasi data dapat disajikan sebagai berikut:

Blok	Perlakuan						Total Blok ($Y_{.j}$)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	Y_{51}	Y_{61}	$Y_{.1}$
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	Y_{52}	Y_{62}	$Y_{.2}$
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	Y_{53}	Y_{63}	$Y_{.3}$
Total Perlakuan ($Y_{i.}$)	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{3.}$	$Y_{4.}$	$Y_{5.}$	$Y_{6.}$	Total Keseluruhan ($Y_{..}$)

Baris i merupakan perlakuan
Baris j merupakan kelompok

Model Linier dalam RAKL



Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} : pengamatan pada perlakuan ke i dan kelompok ke j

μ : rata-rata umum

τ_i : pengaruh perlakuan ke i

β_j : pengaruh kelompok ke j

ϵ_{ij} : pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke i dan kelompok ke j

Model Linier dalam RAL

Asumsi model tetap

$$\sum \tau_i = 0$$

$$\sum \beta_j = 0$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Asumsi model acak

$$\tau_i \sim N(0, \sigma^2_{\tau})$$

$$\beta_j \sim N(0, \sigma^2_{\beta})$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Hipotesis untuk pengaruh perlakuan

$$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_t = 0$$

(Perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$$

(Minimal ada 1 perlakuan berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Hipotesis untuk pengaruh kelompok

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_r = 0$$

(Kelompok tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } j \text{ dengan } \beta_j \neq 0$$

(Minimal ada kelompok yang berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Perhitungan Analisis Variansi

FK : Faktor Koreksi

$$FK = \frac{Y_{..}^2}{tr}$$

JKT : Jumlah Kuadrat Total

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

JKP : Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - FK$$

JKB : Jumlah Kuadrat Blok

$$JKB = \sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - FK$$

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = JKT - JKP - JKB$$

Struktur tabel sidik ragam/tabel anova dapat disajikan sebagai berikut:

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	$t-1$	JKP	KTP	KTP/KTG
Blok/kelompok	$r - 1$	JKB	KTB	KTB/KTG
Galat	$(t - 1)(r - 1)$	JKG	KTG	
Total	$tr - 1$	JKT		

Pengujian Hipotesis:

Kriteria Keputusan:

1. H_0 ditolak jika: (untuk perlakuan)

$$F_{\text{hitung}} > F_{\alpha; t-1; (t-1)(r-1)}$$

2. H_0 ditolak jika: (untuk kelompok)

$$F_{\text{hitung}} > F_{\alpha; r-1; (t-1)(r-1)}$$

Efisiensi Relatif (ER) dari RAK terhadap RAL



- Untuk mengetahui apakah RAK lebih baik dari RAL dapat dilihat dari Efisiensi Relatif dari RAK.
- Besaran ini menunjukkan besarnya peningkatan ulangan yg diperlukan jika rancangan menerapkan RAL

$$ER = \frac{(db_b + 1)(db_r + 3)}{(db_b + 3)(db_r + 1)} \times \frac{\hat{\sigma}_r^2}{\hat{\sigma}_b^2}$$

Keterangan:

db_b : derajat bebas galat RAK

db_r : derajat bebas galat RAL

$\hat{\sigma}_b^2 = KTG$: ragam galat RAK

$\hat{\sigma}_r^2 = \frac{(r-1)KTB+r(t-1)KTG}{tr-1}$: ragam galat RAL



Misal, jika nilai $ER = 2$ berarti untuk memperoleh sensitivitas RAL, ulangan yang digunakan untuk menerapkan RAL adalah **2x ulangan yang diterapkan dalam RAK.**

Contoh Kasus

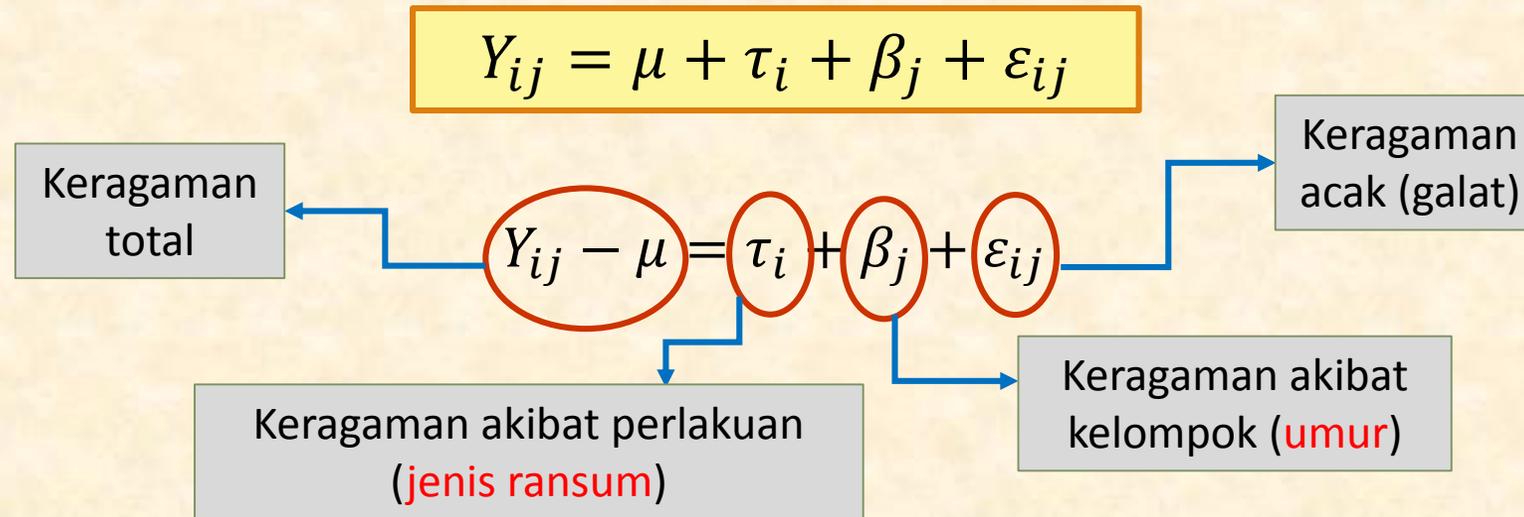
Dalam suatu percobaan di bidang peternakan terdapat suatu pengaruh tentang berbagai campuran ransum (makanan) katakanlah A, B, C, D terhadap penambahan bobot badan selama masa percobaan (diukur dalam kg). **Hewan yang dicobakan adalah domba jantan yang terdiri dari umur yang berbeda.** Karena berbeda umur, maka dilakukan pengelompokkan dan **terdapat 4 kelompok berdasarkan tingkat umur berbeda.**

Data penambahan bobot badan (kg) dari 16 domba jantan yang memperoleh ransum yang berbeda

Kelompok umur	Perlakuan				Total blok
	A	B	C	D	
1	2	5	8	6	21
2	3	4	7	5	19
3	3	5	10	5	23
4	5	5	9	2	21
Total perlakuan	13	19	34	18	84

PENYELEAIAN

1. Model



Keterangan:

$i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} : pertambahan bobot badan dari domba ke j yang memperoleh ransum ke i

μ : rata-rata pertambahan bobot badan domba jantan

τ_i : pengaruh jenis ransum ke i

β_j : pengaruh kelompok umur ke j

ϵ_{ij} : pengaruh galat percobaan pada domba ke j yang memperoleh ransum ke i

2. Hipotesis

Hipotesis untuk pengaruh perlakuan

$$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_4 = 0$$

(Pemberian jenis ransum tidak berpengaruh terhadap penambahan bobot badan domba jantan)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$$

(Minimal ada jenis ransum yang berpengaruh terhadap penambahan bobot badan domba jantan)

Hipotesis untuk pengaruh kelompok

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_4 = 0$$

(Kelompok umur tidak berpengaruh terhadap penambahan bobot badan domba jantan)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } j \text{ dengan } \beta_j \neq 0$$

(Ada kelompok umur yang berpengaruh terhadap penambahan bobot badan domba jantan)

3. Perhitungan

$$FK = \frac{84^2}{16} = 441$$

$$JKT = (2^2 + 5^2 + \dots + 2^2) - FK = 522 - 441 = 81$$

$$JKP = \frac{(13^2 + 19^2 + 34^2 + 18^2)}{4} - FK = 502,5 - 441 = 61,5$$

$$JKB = \frac{(21^2 + 19^2 + 23^2 + 21^2)}{4} - FK = 443 - 441 = 2$$

$$JKG = JKT - JKP - JKB = 81 - 61,5 - 2 = 17,5$$

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	3	61,5	20,5	10,56
Blok/kelompok	3	2	0,67	0,34
Galat	9	17,5	1,94	
Total	15	81		

4. Pengujian Hipotesis

F_{hitung} untuk perlakuan adalah 10,56 dan $F_{(0,05 ; 3; 9)}$ adalah 3,86 maka **tolak H_0** artinya ada pemberian jenis ransum yang berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan domba jantan atau ada perbedaan pemberian jenis ransum terhadap pertambahan bobot badan domba jantan

F_{hitung} untuk blok/kelompok adalah 0,34 dan $F_{(0,05 ; 3; 9)}$ adalah 3,86 maka **terima H_0** artinya kelompok umur tidak berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan domba jantan atau tidak ada perbedaan kelompok umur terhadap pertambahan bobot badan domba jantan. **Hal ini menunjukkan percobaan ini cukup menggunakan RAL.**

Bagaimana jika data hilang ?

Kelompok umur	Perlakuan				Total blok
	A	B	C	D	
1	2	5	8	6	21
2	3	4	7	5	19
3	3	h	10	5	18
4	5	5	9	2	21
Total perlakuan	13	14	34	18	79



Untuk data tunggal dalam RAK yang hilang maka dugaannya dihitung dengan formula:

$$Y = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)}$$

Keterangan:

r : jumlah kelompok/blok

t : jumlah perlakuan

B dan T : total nilai pengamatan dalam kelompok dan perlakuan yang kehilangan satuan pengamatannya

G : total seluruh nilai pengamatan

Nilai dugaan yang digunakan harus sedemikian rupa sehingga jumlah kuadrat galat (JKG) dalam analisis variansi menjadi minimum. Jumlah kuadrat perlakuan akan berbias ke atas sebesar:

$$\text{Bias} = \frac{\{B - (t-1)Y\}^2}{t(t-1)}$$

Data hilang
(ada domba yang sakit atau mati)

$$Y = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)} = \frac{4 \cdot 18 + 4 \cdot 14 - 79}{(4-1)(4-1)} = 5.4$$

$$\text{Bias} = \frac{\{B - (t-1)Y\}^2}{t(t-1)} = \frac{\{18 - (4-1)5.4\}^2}{4(4-1)} = 0.27$$



Nilai dugaan 5,4 ini kemudian dicoba sebagai suatu nilai pengamatan untuk analisis variansi. Dengan demikian total kelompok 3 yang tadinya 18 menjadi 23,4 dan total perlakuan B menjadi 19,4 dan total keseluruhan 84,4.

Kelompok umur	Perlakuan				Total blok
	A	B	C	D	
1	2	5	8	6	21
2	3	4	7	5	19
3	3	5,4	10	5	23,4
4	5	5	9	2	21
Total perlakuan	13	19,4	34	18	84,4

$$FK = \frac{84,4^2}{16} = 445,21$$

$$JKT = (2^2 + 5^2 + \dots + 2^2) - FK = 526,16 - 445,21 = 80,95$$

$$JKP = \frac{(13^2 + 19,4^2 + 34^2 + 18^2)}{4} - FK = 2025,36 - 445,2 = 61,13$$

$$JKB = \frac{(21^2 + 19^2 + 23,4^2 + 21^2)}{4} - FK = 1790,56 - 445,2 = 2,43$$

$$JKB = JKT - JKP - JKB = 80,95 - 61,13 - 2,43 = 17,39$$

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	3	61,13	20,38	10,55
Blok/kelompok	3	2,43	0,81	0,42
Galat	9	17,39	1,93	
Total	15	80,95		

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kudarat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	3	61,13 - 0,27=60,86	20,28	9,34
Blok/kelompok	3	2,43	0,81	0,37
Galat	9-1=8	17,39	2,17	
Total	14	80,68		

F_{hitung} untuk perlakuan adalah 9,34 dan $F_{(0,05;3;8)}$ adalah 4,07 maka **tolak H_0** artinya ada pemberian jenis ransum yang berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan domba jantan atau ada perbedaan pemberian jenis ransum terhadap pertambahan bobot badan domba jantan

F_{hitung} untuk blok/kelompok adalah 0,37 dan $F_{(0,05;3;8)}$ adalah 4,07 maka **terima H_0** artinya kelompok umur tidak berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan domba jantan atau tidak ada perbedaan kelompok umur terhadap pertambahan bobot badan domba jantan. **Hal ini menunjukkan percobaan ini cukup menggunakan RAL**