

**STA1221 - METODE
PENGUMPULAN DATA**

Praktikum 8

PERANCANGAN PERCOBAAN/RAL

Azka Al Azkiya



Observasi vs Percobaan



Pengamatan terhadap perubahan warna



Apakah jika diberikan warna yang berbeda, maka perubahan warnanya akan sesuai dengan warna yang diberikan?

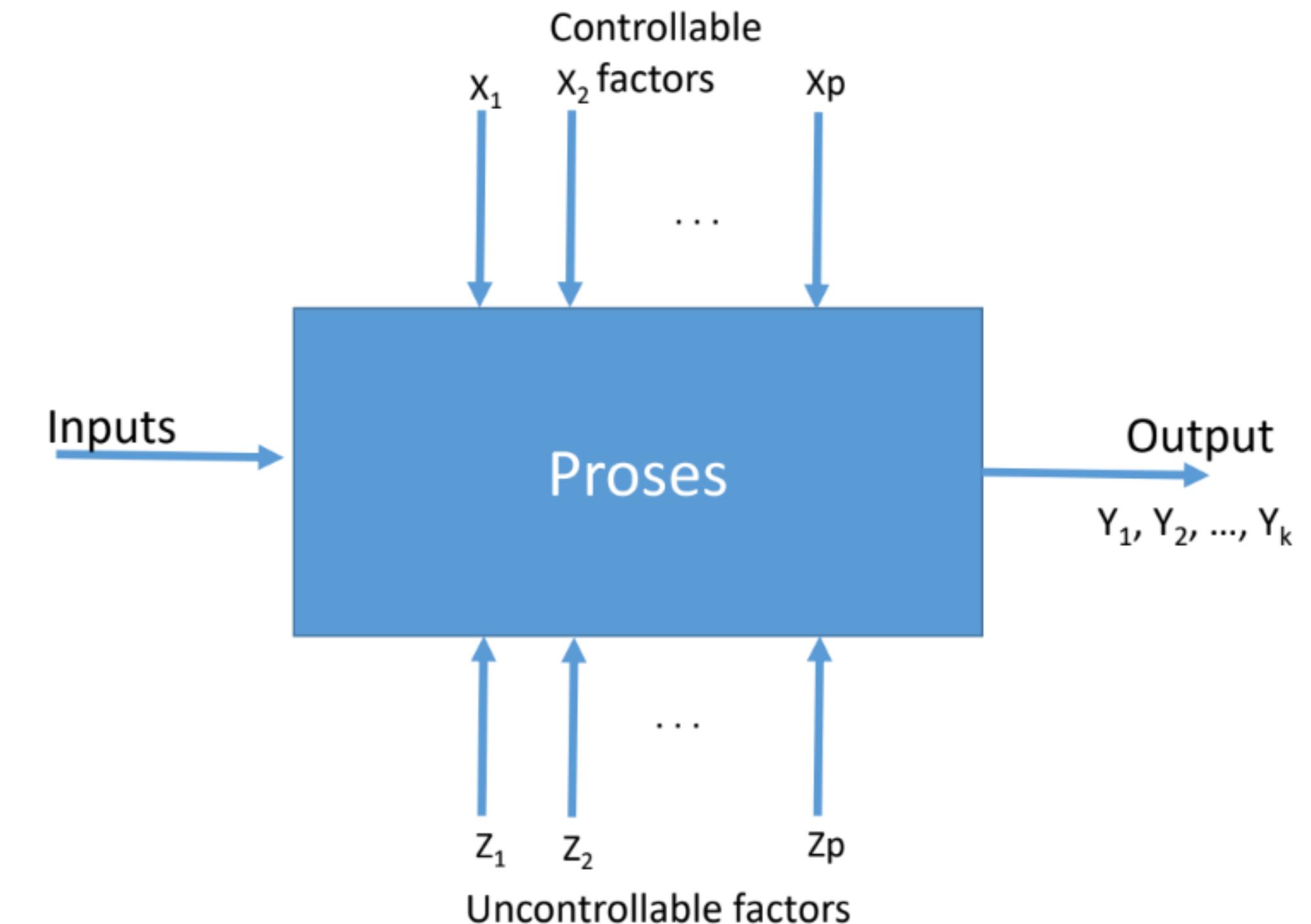


Observasi vs Percobaan

- Observasi : data dikumpulkan melalui **pengamatan langsung** terhadap fenomena yang terjadi dilapangan
- Percobaan : data yang dikumpulkan merupakan **respon dari objek/individu/unit** yang dikondisikan tertentu

Definisi

metode yang sistematik
yang didalamnya terdapat
uji atau sederetan uji
dimana suatu proses atau
sistem mengakibatkan
terjadinya perubahan yang
cukup berarti dari variabel
input, yang dapat diamati
melalui respon yang
muncul.



Percobaan Pembuatan Roti



Model Umum

$$E(\underline{y}) = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{\varepsilon}, \quad \underline{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 I), \quad \underline{y} \sim N(\underline{X}\underline{\beta}, \sigma^2 I)$$

- Dimana

\underline{y} = vector pengamatan respon

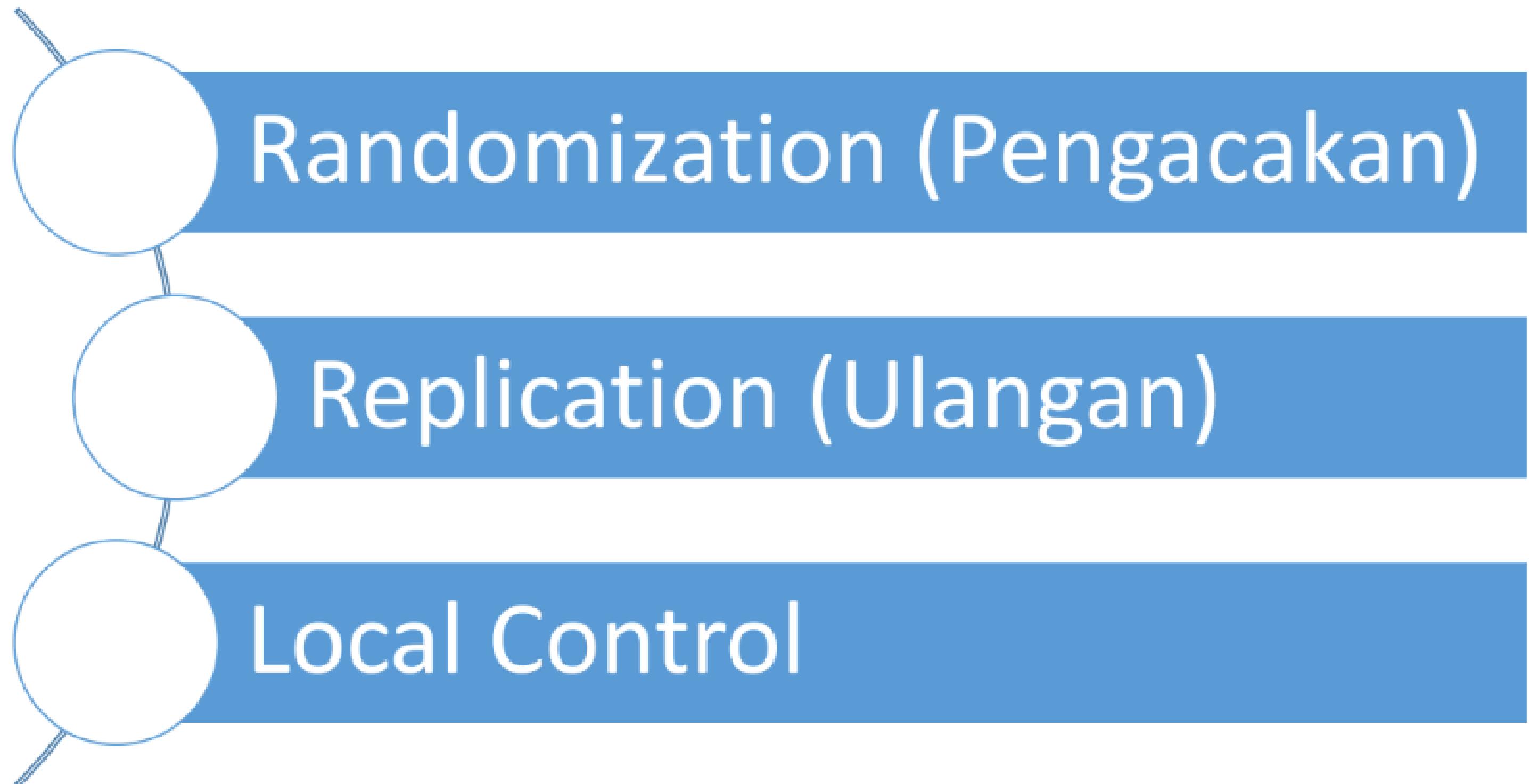
\underline{X} = matrik model yang berukuran $n \times p$ dimana n adalah banyaknya pengamatan dan p adalah banyaknya parameter dalam model

$\underline{\beta}$ = vektor koefisien model

$\underline{\varepsilon}$ = vektor dari error (komponen acak)

σ^2 = galat percobaan

Prinsip Perancangan Percobaan



Randomization

- Definisi : setiap unit percobaan memiliki peluang yang sama untuk diberikan suatu perlakuan.
- Tujuan pengacakan
- Menghindari galat sistematik
- Meningkatkan validitas kesimpulan (pemenuhan asumsi kebebasan)



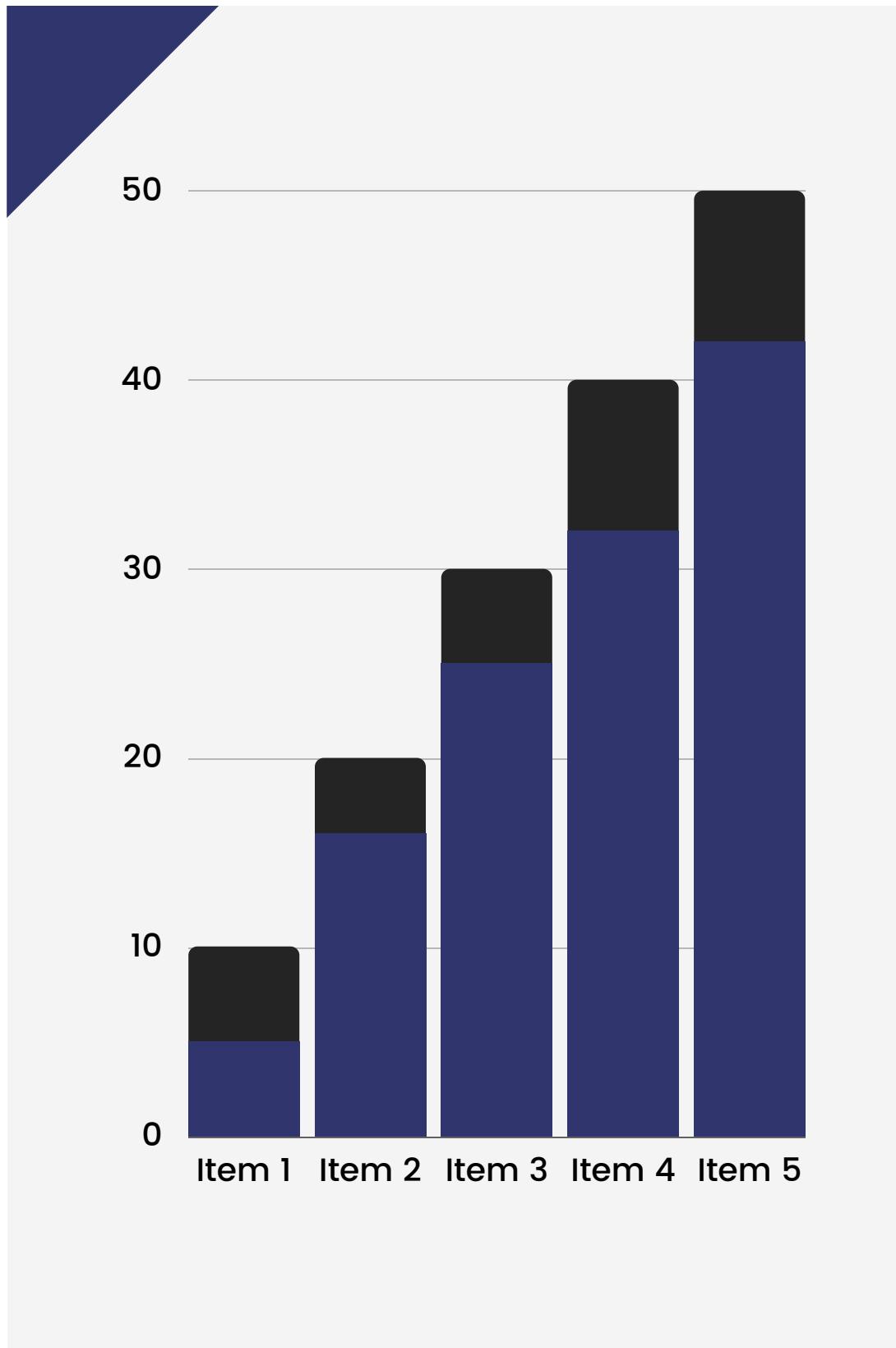
Replication

1. Minimal 3
2. Minimal db-galat 15

Misalkan db-galat pada faktor tunggal dalam rancangan acak lengkap = $r(t-1)$ dimana r = banyaknya ulangan, dan t = banyaknya perlakuan

Misalkan $t = 5$, maka $r(t-1) \geq 15 \rightarrow r(5-1) \geq 15 \rightarrow r = 15/4 = 3,75 = 4$

Banyaknya ulangan yang dibutuhkan untuk masing-masing perlakuan minimal adalah 4



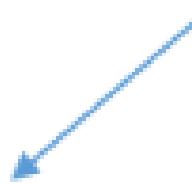
Bagaimana menentukan ulangan?

- Gunakan formula

$$r \geq 2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \left(\frac{\sigma}{\delta} \right)^2$$

- Misalkan pada penelitian sebelumnya diketahui $\sigma = 10$. berapakah ulangan yang diperlukan pada $\alpha=5\%$, $\beta=10\%$, dan perbedaan maksimal yang diinginkan (δ) sebesar 5. tentukan besarnya r!

$$\bullet r \geq 2(z_{0,025} + z_{0,1})^2 \left(\frac{10}{5} \right)^2 \rightarrow r \geq 2(1.96 + 1.28)^2 \left(\frac{10}{5} \right)^2 = 3,68 \approx 4$$



$=normsinv(0,975)$



$=normsinv(0,1)$

Local Control

- ▶ Pengendalian kondisi-kondisi lingkungan yang berpotensi mempengaruhi respon dari perlakuan. Strategi yang digunakan yaitu dengan metode pengelompokan.

Rancangan Acak Lengkap

- Digunakan pada saat semua unit percobaan homogen

Rancangan Acak Kelompok

- Digunakan jika terdapat satu keragaman pada unit percobaan

Rancangan Bujur Sangkar Latin

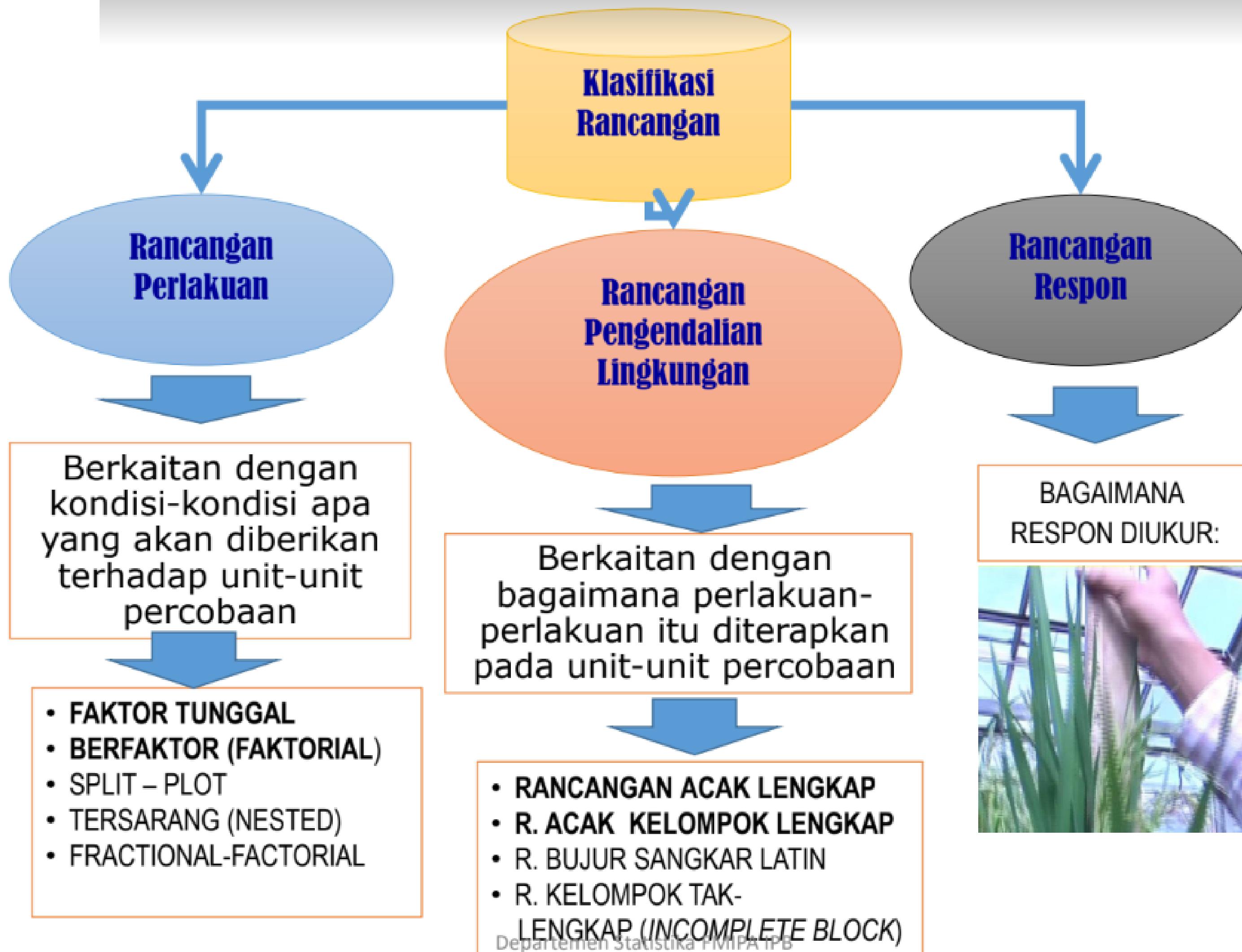
- Digunakan jika terdapat dua sumber keragaman pada unit percobaan

Istilah dalam Perancangan Percobaan

-satuan percobaan (<i>experimental unit</i>)	satu set/individu/objek yang memperoleh perlakuan tertentu dari peneliti.
-satuan pengamatan (<i>observational unit</i>)	Anak gugus dari satuan percobaan tempat dimana respon diukur
-ulangan (<i>replication</i>)	Pengalokasian suatu perlakuan tertentu terhadap beberapa satuan percobaan pada kondisi yang seragam
-perlakuan (<i>treatment</i>)	Suatu prosedur / metode yang diterapkan pada satuan percobaan → sesuatu yang ingin dilihat pengaruhnya
-variabel respon (<i>response variable</i>)	Variabel yang diamati / diukur dari perlakuan yang diberikan pada satuan percobaan
-galat (<i>error</i>)	Sumber keragaman yang tidak bisa diidentifikasi oleh peneliti

Istilah dalam Perancangan Percobaan

- Faktor	Peubah bebas yang dicobakan dalam percobaan sebagai penyusun struktur perlakuan
- Taraf	Nilai-nilai dari peubah bebas (faktor) yang dicobakan dalam percobaan
- Interaksi	Pengaruh dari level suatu faktor pada level faktor yang lain adalah berbeda
- Model acak	Model dimana faktor yang dicobakan merupakan faktor acak
- Model tetap	Model dimana faktor yang dicobakan merupakan faktor tetap
- Model campuran	Model dimana faktor yang dicobakan ada yang merupakan faktor tetap dan faktor acak



Faktor tunggal dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Randomized Complete Design)

Randomized Complete design

- Kondisi satuan percobaan di luar perlakuan adalah **seragam** → Penerapan perlakuan terhadap unit percobaan dilakukan secara **acak** terhadap **seluruh unit percobaan**
- Biasa digunakan untuk percobaan laboratorium, serta percobaan yang berhubungan dengan tanaman atau binatang
- Acak : setiap satuan percobaan mempunyai peluang yang sama untuk dikenai suatu perlakuan

Ilustrasi

Penerapan perlakuan terhadap unit percobaan dilakukan secara acak terhadap seluruh unit percobaan. Suatu percobaan dilakukan untuk melihat pengaruh empat jenis varietas gandum (v_1, v_2, v_3 , dan v_4) terhadap produktivitas gandum (kg/plot). Masing-masing varietas diulang lima kali. Dengan demikian unit percobaan yang dilibatkan sebanyak $5 \times 4 = 20$ unit percobaan. Pengacakan perlakuan dilakukan langsung terhadap 20 unit percobaan. Sehingga bagan percobaannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Data yang sudah rapi (Tabulasi data)

	Ulangan						
Perlakuan	1	2	3	4	5	Total	Rataan
V1	22.2	21.2	25.2	16.1	17.3	102	20.4
V2	30.3	26.4	24.1	27.4	34.8	143	28.6
V3	18.4	23.2	21.9	22.6	25.9	112	22.4
V4	23.9	24.8	28.2	21.7	26.4	125	25.0
						482	24.1

Model Linier Aditif

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ atau } Y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

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

Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke- i
= $\mu_i - \mu$, dimana $\sum \tau_i = 0$

• ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan ke- i ulangan ke- j dimana $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Formula

$$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i = Y_{ij} - \mu - (\mu_i - \mu) = Y_{ij} - \mu_i$$

Hipotesis yang diuji

- $H_0: \tau_1 = \dots = \tau_t = 0$ (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)
- $H_1:$ paling sedikit ada satu i dimana $\tau_i \neq 0$
atau
- $H_0: \mu_1 = \dots = \mu_k = \mu$ (semua perlakuan memberikan respon yang sama)
- $H_1:$ paling sedikit ada sepasang perlakuan (i, i') dimana $\mu_i \neq \mu_{i'}$

Penguraian Jumlah Kuadrat

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..}; \quad \hat{\mu}_i = \bar{Y}_{i..}; \quad \varepsilon_{ij} = e_{ij} = Y_{ij} - \hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i..}$$

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

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

Jika kedua ruas dikuadratkan:

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

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

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

Tabel Sidik Ragam

(Analysis of Variance (ANOVA) Table)

Sumber keragaman	Derajat bebas (DB)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F-hitung
Ulangan sama $r_1=r_2= \dots = r_t =r$				
Perlakuan	$t-1$	JKP	KTP	KTP/KTG
Galat	$t(r-1)$	JKG	KTG	
Total	$tr-1$	JKT		
Ulangan tidak sama $r_1 \neq r_2 \neq \dots \neq r_t$				
Perlakuan	$t-1$	JKP	KTP	KTP/KTG
Galat	$\sum(r_i-1)$	JKG	KTG	
Total	$\sum r_i - 1$	JKT		

RUMUS HITUNG

Untuk mempermudah perhitungan jumlah kuadrat dapat dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Hitung Faktor Koreksi (FK)
- Hitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)
- Hitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)
- Hitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$FK = \frac{\bar{Y}^2}{N}, \quad N = tr = \sum_{i=1}^t r_i$$

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

$$JKP = \sum_{i=1}^t \frac{\bar{Y}_{i\cdot}^2}{r_i} - FK$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$JKT = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{rt} = (22.2^2 + \dots + 26.4^2) - \frac{482^2}{(4)(5)}$$

$$= 11980.8 - 11616.2 = 364.6$$

$$JKP = \sum_{i=1}^4 \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{rt} = \frac{(102^2 + 143^2 + 112^2 + 125^2)}{5} - \frac{482^2}{(4)(5)}$$

$$= 11804.4 - 11616.2 = 188.2$$

$$JKG = JKT - JKP = 364.6 - 188.2$$

Perlakuan	Y	\hat{Y}	e	Perlakuan	Y	\hat{Y}	e
V1	22,2	20,4	1,8	V3	18,4	22,4	-4
V1	21,2	20,4	0,8	V3	23,2	22,4	0,8
V1	25,2	20,4	4,8	V3	21,9	22,4	-0,5
V1	16,1	20,4	-4,3	V3	22,6	22,4	0,2
V1	17,3	20,4	-3,1	V3	25,9	22,4	3,5
V2	30,3	28,6	1,7	V4	23,9	25	-1,1
V2	26,4	28,6	-2,2	V4	24,8	25	-0,2
V2	24,1	28,6	-4,5	V4	28,2	25	3,2
V2	27,4	28,6	-1,2	V4	21,7	25	-3,3
V2	34,8	28,6	6,2	V4	26,4	25	1,4

$$JKP = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 \hat{y}_{ij} - \frac{\bar{y}_{..}^2}{rt} = (20.4^2 + \dots + 25^2) - \frac{482^2}{(4)(5)} \\ = 11980.8 - 11616.2 = 188.2$$

$$JKG = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 e_{ij}^2 = (1.8^2 + \dots + 1.4^2) = 176.4$$

Departemen Statistica PMA IPTK
 $JKT = JKP + JKG = 188.2 + 176.4 = 364.6$

Sumber keragaman	db	JK	KT	Fhit	$F_{0.05(3,16)}$
Varietas	3	188.200	62.733	5.690	3.24
Galat	16	176.400	11.025		Lihat Tabel F atau Formula Excel : $\text{finv}(0.05,3,16)$
Total	19	364.600			

$$r(t-1) = 4(5-1) = 16$$

$$rt-1 = (4)(5)-1 = 19$$

JKP

$$t-1 = 4-1$$

$$KTP = \frac{JKP}{db} = \frac{188.2}{3} = 62.733$$

JKG

$$F_{\text{hit}} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{62.733}{11.025} = 5.025$$

JKT

$$KTG = \frac{JKG}{db} = \frac{176.4}{16} = 11.025$$

Analisis of Variance (Anova)

Sumber keragaman	db	JK	KT	Fhit	$F_{0.05(3,16)}$
Varietas	3	188.200	62.733	5.690	3.239
Galat	16	176.400	11.025		
Total	19	346.400			

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$

$H_1:$ Paling sedikit ada satu $\tau_i \neq 0$

Karena $F_{\text{hit}} > F_{\text{tab}}$ \rightarrow Tolak H_0

Asumsi terpenuhi:
Kenormalan
Kehomogenan ragam
Kebebasan galat

\rightarrow ada perbedaan pengaruh gandum terhadap produktivitasnya

(*antar varietas memberikan produktivitas yang berbeda*)

Manakah yang berbeda? $V1$ dg $V2$, $V1$ dg $V3$, $V1$ dg $V4$, atau $V1, V2, V3, V4$ berbeda ??? \rightarrow perlu uji lanjut